

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Secção Autónoma de Ciências Sociais Aplicadas
Ciências de Educação**

**TRABALHO EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIA
O Desenvolvimento de Competências Científicas
na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia**

2 VOLUMES (VOL I)

MARIA DA CONCEIÇÃO SANTOS

LISBOA

1999

**UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Secção Autónoma de Ciências Sociais Aplicadas
Ciências de Educação**

**TRABALHO EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM EM CIÊNCIA
O Desenvolvimento de Competências Científicas
na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia**

2 VOLUMES (VOL I)

MARIA DA CONCEIÇÃO BATISTA SILVESTRE GARCIA DOS SANTOS

Dissertação apresentada na Faculdade de
Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa para a obtenção do grau de Mestre em
Educação e Desenvolvimento, sob a orientação
da Professora Doutora Maria Teresa Morais de
Oliveira

LISBOA

1999

Ao meu marido,
à minha mãe e à minha tia Fernanda.

AGRADECIMENTOS

Ao Pedro pelo alento e pelo tempo
tomado na leitura do manuscrito.

À Dulce e ao Tiago pela disponibilidade.

À Eugénia pela troca de ideias.

À Professora Doutora Teresa Oliveira
que, como pessoa e profissional me ajudou
e orientou ao longo de todo este percurso.

SUMÁRIO

Este estudo procura compreender a relação entre trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento de competências científicas nos alunos. Foram os seguintes objectivos que nortearam este trabalho de investigação:

- Analisar/compreender as vantagens e dificuldades apresentadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação em laboratório.
- Compreender se o trabalho experimental de investigação em laboratório leva ao desenvolvimento de competências científicas.
- Propor novas abordagens na utilização do trabalho experimental no ensino da Biologia.

Desenvolve-se na primeira parte deste estudo uma reflexão sobre o papel do trabalho experimental de investigação no ensino/aprendizagem da Ciência.

Na segunda parte explicitamos o caminho heurístico por nós percorrido. Optamos por uma metodologia interpretativa/compreensiva, recorrendo a uma abordagem multimetodológica. O estudo empírico decorreu numa turma de alunos do 12º ano de escolaridade, que trabalharam em grupos orientados pela professora da respectiva turma. Os alunos realizaram três trabalhos experimentais do tipo investigação na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia - Bloco III.

Na terceira parte, procedeu-se à análise dos dados obtidos por triangulação metodológica a partir de observação das aulas, de inquérito por questionário e por entrevista e de análise documental. Os resultados mostraram que os alunos habitualmente não realizam trabalho experimental de investigação. Como resultados deste estudo destacamos a evolução verificada no desempenho dos alunos na realização das investigações. Relativamente às dificuldades, elas existiram nas competências que usualmente não mobilizam nas aulas. Há a salientar que, apesar das dificuldades apresentadas, os alunos vêm na realização deste tipo de trabalho e no desenvolvimento das competências investigativas, para além de uma preparação para o prosseguimento de estudos e de aumento do gosto pela disciplina, potencialidades como: aquisição de capacidades de resolução de problemas; desenvolvimento do pensamento; aprendizagem de conteúdos; aprender a aprender; e até formação enquanto indivíduo. Referem ainda o desenvolvimento de competências transversais como a autonomia, a responsabilidade, a criatividade, a autoconfiança, o espírito de iniciativa e o trabalhar em grupo. Há a destacar que os alunos são capazes de realizar trabalho experimental de investigação, com a orientação do professor. Cremos que o professor deve realizar este tipo de trabalho nas aulas, pelo seu papel na aprendizagem da Ciência e pelo elevado valor formativo que ele encerra.

ABSTRACT

The purpose of this study is to understand the connection between experimental work of investigation and the development of scientific competencies in students. The following objectives guided this work of investigation:

- To analyse/understand the advantages and the difficulties presented by the students when doing experimental work of investigation in the laboratory;
- To understand if experimental work of investigation in laboratory leads to the development of scientific competencies;
- To propose new approaches in the application of experimental work in the teaching of Biology.

In the first part of this study a reflection on the role of experimental work of investigation on the teaching/learning of Science is developed.

In the second part, we clarify our heuristic way. An interpretative/comprehensive methodology was chosen and a multi-methodologic approach was used. The empirical study was carried out in a 12th -year-students' class, who worked in groups supervised by their teacher. The students developed three experimental works with the character of investigation in the subject Laboratory Techniques of Biology - Group III.

In the third part the data, gathered by means of methodological triangulation, were analysed. For the collection of data we used classroom observation, an inquiry by questionnaire and by interview and also documentation analysis. The results show that the students are not used to doing experimental work of investigation. The research findings provide an account of the evolution that occurred in the students' performances when doing the investigations. The difficulties found were associated with the competencies the students do not usually mobilise in the classroom. Developing abilities of resolving problems, developing thinking, learning of contents, learning how to learn and even the formation as an individual are, in spite of the difficulties shown, some of the potentialities seen by the students in the execution of this kind of work and in the development of investigation competencies, and which must be pointed out. In addition others are to be considered: the development of transversal competencies such as autonomy, responsibility, creativity, self-confidence, the spirit of initiative and group working. It must become clear that the students are able to do experimental work of investigation with their teacher's guidance. We believe that the teacher must do this type of work in the classroom, considering its role in the learning of Science and its highly formative value.

RESUMÉE

Cette étude cherche à comprendre la relation existante entre le travail expérimental de recherche et le développement des compétences scientifiques des élèves. Les objectifs qui ont guidé ce travail ont été les suivants:

- Analyser/comprendre les avantages et les difficultés présentés par les élèves en réalisant un travail expérimental de recherche en laboratoire.
- Comprendre comment le travail expérimental de recherche en laboratoire amène au développement de compétences scientifiques.
- Proposer de nouvelles approches dans l'utilisation du travail expérimental pour l'enseignement de la Biologie.

Dans la première partie de cette étude, nous faisons une réflexion sur le rôle du travail expérimental de recherche dans l'enseignement/apprentissage de la Science.

Dans la deuxième partie, nous explicitons le chemin heuristique que nous avons parcouru. Nous avons opté pour méthodologie interprétative/compréhensive, faisant appel à un abordage multiméthodologique. L'étude empirique a eu lieu dans une classe de 12ème année dont les élèves ont travaillé en groupes sous l'orientation de leur propre professeur. Les élèves ont réalisé trois travaux expérimental de recherche dans la matière de Techniques de Laboratoire de Biologie - Bloc III.

Dans la troisième partie, nous avons réalisé l'analyse des données obtenues au moyen d'une triangulation méthodologique, à partir de l'observation des classes, de l'enquête par questionnaire et entrevue, et de l'analyse de documents.

Les résultats ont montré que les élèves habituellement ne réalisent pas de travail expérimental de recherche. Comme résultats aussi de cette étude, nous avons remarqué l'évolution qui s'est vérifiée dans l'engagement des élèves à réaliser des recherches. En ce qui concerne les difficultés, elles se sont surtout révélées dans les compétences que les élèves ne mobilisent généralement pas dans les classes. Il faut souligner que, malgré les difficultés rencontrées, les élèves voient dans la réalisation de ce genre de travail et dans le développement des compétences de recherche, non seulement une préparation pour la suite de leurs études et l'augmentation de la motivation envers la matière, mais aussi la possibilité d'acquérir les capacités à résoudre des problèmes, de développer le raisonnement, de mieux acquérir les contenus, d'apprendre à apprendre et même une certaine formation en tant qu'individu. Ainsi que le développement de compétences transversales telles que l'autonomie, la responsabilité, la créativité, la confiance en soi, l'esprit d'initiative et le travail en groupe. Il faut souligner aussi que les élèves sont parfaitement capables, avec l'aide du professeur, de réaliser du travail expérimental de recherche. Et nous pensons que les professeurs doivent réaliser ce type de travail dans les classes, à cause du rôle qu'il a dans l'apprentissage de la Science et de la valeur formative qu'il renferme.

ÍNDICE

VOLUME I

INTRODUÇÃO GERAL	Página
1.Introdução geral ao estudo.....	15
2. Importância do estudo	17
3. O estudo a realizar	21
O problema	22
As questões de investigação	22
Os objectivos	22
Os pressupostos	23
 PRIMEIRA PARTE - Enquadramento Teórico do Trabalho de Investigação	
Introdução	24
Cap. 1 - A Educação em Ciências	25
1. Perspectivas sobre a Educação em Ciências	25
2. Ensino/aprendizagem da Ciência	30
2.1. Considerações gerais sobre a aprendizagem	30
2.2. A perspectiva construtivista da aprendizagem da Ciência	32
2.3. As dimensões da aprendizagem da Ciência	35
Cap. 2 - O trabalho experimental	38
1. Definição e classificação	38
2. O trabalho experimental de investigação	46
2.1. Tipos de investigação	46
2.2. Características do trabalho experimental de investigação	49
3. O trabalho experimental que se realiza hoje nas escolas	53
Cap. 3 - O trabalho experimental de investigação na aprendizagem da Ciência	57
1. Trabalho experimental de investigação - uma estratégia de ensino/aprendizagem	58
2. Potencialidades do trabalho experimental de investigação	64
3. Trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento do pensamento	70
3.1. A necessidade de desenvolver o pensamento	71
3.2. Realização de trabalho experimental de investigação - desenvolver o pensamento ..	72
3.3. Investigação - uma estratégia de ensino que promove o desenvolvimento do pensamento ou um processo de pensamento	75
Conclusão	77

SEGUNDA PARTE - Metodologia do Trabalho Empírico

Introdução	79
Cap. 1 - Questões epistemológicas/metodológicas	79
1. Investigar em Educação: A perspectiva interpretativa/compreensiva	80
2. Validade da investigação	83
3. Opção metodológica	86
Cap. 2 - Contexto e descrição das várias fases da componente empírica	89
1. O campo de análise	89
2. O plano de investigação empírico	91
3. As razões da escolha da professora envolvida no estudo	93
4. A realização do estudo em sala de aula	95
5. Os recursos da escola	97
Cap. 3 - Técnicas e instrumentos de recolha de dados	98
1. O inquérito por questionário	98
2. As entrevistas	100
3. A observação de aulas	107
4. A análise documental	109
Cap. 4 - A análise de dados	111
1. A análise de conteúdo como técnica de análise de dados	112
2. O procedimento da análise de dados	114
Conclusão	122

TERCEIRA PARTE - Análise e interpretação dos dados

Introdução	123
Cap. 1 - Enquadramento do estudo	123
1. Caracterização dos alunos que constituíram a amostra	124
2. Caracterização da professora envolvida no estudo	128
3. Caracterização do trabalho experimental realizado pelos alunos, habitualmente, nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia	128
3.1. Competências mobilizadas pelos alunos	128
3.2. Vantagens apontadas pelos alunos	136
Cap. 2 - Dificuldades apresentadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação	140
1. Dificuldades apresentadas na mobilização de competências científicas	140
2. Dificuldades apresentadas na mobilização de competências transversais	148

3. Razões das dificuldades que existiram na realização das investigações na perspectiva dos alunos	149
4. Limitações à realização de trabalho experimental nas aulas da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia na perspectiva dos alunos.....	154
5. Limitações à realização de trabalho experimental nas aulas da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia na perspectiva das professoras	155
Cap. 3 - As potencialidades do trabalho experimental de investigação na perspectiva dos alunos	159
1. Desenvolvimento de competências científicas	159
2. Desenvolvimento de competências transversais	163
3. Importância do desenvolvimento de competências de investigação na opinião dos alunos.....	166
4. Potencialidades do trabalho experimental de investigação para além do desenvolvimento de competências	178
4.1. Ilustrar conhecimento	178
4.2. Motivar/Estimular	179
4.3. Desafiar/Confrontar	182
Cap. 4 - Realização de trabalho experimental de investigação	184
1. Mobilização de competências científicas pelos alunos	184
2. Diferenças entre a realização de uma primeira para uma segunda investigação experimental	191
3. A realização de uma investigação com tema livre	197
4. Evolução no desempenho dos alunos	203
5. A realização de trabalho experimental de investigação na perspectiva da professora envolvida no estudo	205
Conclusão	213
 CONCLUSÃO GERAL	
1. Conclusões do estudo	222
2. Implicações pedagógicas	226
3. Novas linhas de investigação	227
 BIBLIOGRAFIA	 231

ÍNDICE DE FIGURAS

PRIMEIRA PARTE

Fig. 1.1 - Representação esquemática do processo de aprendizagem	34
Fig. 2.1 - Relação entre trabalho prático, laboratorial e experimental	39
Fig. 2.2 - Estruturação de uma investigação	48
Fig. 2.3 - Investigações: ciclo dos acontecimentos, <i>Assesment Performance Unit</i>	52
Fig. 2.4 - Processo cíclico de uma investigação científica	53
Fig. 3.1 - Estados de uma investigação - necessidades de compreensão conceptual e processual e de competências práticas	60
Fig. 3.2 - Método de resolução de problemas comum aos cientistas e aos académicos (processo cíclico)	66

SEGUNDA PARTE

Fig. 4.1 - Metodologia para análise das dificuldades sentidas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação	118
Fig. 4.2 - Metodologia para análise das vantagens apontadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental	119
Fig. 4.3 - Metodologia para análise das competências científicas mobilizadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental	120

TERCEIRA PARTE

Fig. 1.1 - Carreira profissional que os alunos pretendem seguir	126
Fig. 1.2 - Disciplinas em que os alunos realizaram trabalho experimental durante o Ensino Secundário	129
Fig. 1.3 - Grau de abertura em diferentes etapas da investigação: Na escolha do tema e do problema; no planeamento da experiência, na realização da experiência e na interpretação e elaboração das conclusões	131

ÍNDICE DE QUADROS

PRIMEIRA PARTE

Quadro 1.1 - Objectivos da Educação através da Ciência e Educação em Ciência	27
Quadro 1.2 - Diferenças entre Educação em Ciências e Ensino das Ciências	29
Quadro 2.1 - Resumo de algumas classificações acerca de tipos de Actividade/Trabalho Prático.....	40
Quadro 2.2 - Tipologia de investigações	47
Quadro 2.3 - Classificação das investigações segundo Tamir	48

SEGUNDA PARTE

Quadro 4.1 - Quadro de leitura do <i>Corpus</i>	116
---	-----

TERCEIRA PARTE

Quadro 1.1 - As disciplinas que os alunos frequentaram durante o Ensino Secundário	124
--	-----

ÍNDICE

VOLUME II

	Página
INTRODUÇÃO	8
ANEXO A - Questionário administrado aos alunos	9
A.1 - O questionário	10
A.2 - Grelha de análise de uma questão aberta (exemplo referente à questão 1)	12
ANEXO B - Entrevista à professora que leccionou a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia no 10º e 11º anos	13
B.1 - Guião da entrevista	14
B.2 - Transcrição da entrevista	14
ANEXO C - Entrevistas à professora envolvida no estudo principal	18
C.1 - Entrevista exploratória	19
C.1.1 - Guião da entrevista	19
C.1.2 - Transcrição da entrevista	19
C.2 - Entrevista após a realização do primeiro trabalho experimental de investigação..	21
C.2.1 - Guião da entrevista	21
C.2.2 - Transcrição da entrevista	21
C.3 - Entrevista após a realização do segundo trabalho experimental de investigação..	22
C.3.1 - Guião da entrevista	22
C.3.2 - Transcrição da entrevista	22
C.4 - Entrevista após a realização do terceiro trabalho experimental de investigação ..	23
C.4.1 - Guião da entrevista	23
C.4.2 - Transcrição da entrevista	24
ANEXO D - Entrevistas aos alunos	28
D.1 - Guião das entrevistas	29
D.2 - Transcrições das entrevistas	30
D.3 - Grelha de análise das entrevistas (exemplo referente ao grupo A)	70
ANEXO E - Observação directa da aula em que os alunos realizaram o primeiro trabalho experimental de investigação	71
E.1 - Transcrição do registo áudio e vídeo da aula observada	72

E.2 - Registo da investigadora	84
E.3 - Quadro síntese da análise da observação de aulas (exemplo referente às competências mobilizadas pelos alunos na realização da primeira investigação experimental)	85
 ANEXO F - Observação directa da aula em que os alunos realizaram o segundo trabalho experimental de investigação	86
F.1 - Transcrição do registo áudio e vídeo da aula observada	87
F.2 - Registo da investigadora	95
 ANEXO G - Observação directa da aula em que os alunos realizaram o terceiro trabalho experimental de investigação	96
G.1 - Transcrição do registo áudio e vídeo da aula observada	97
G.2 - Registo da investigadora	108
 ANEXO H - Documentos pessoais escritos pelos alunos, comparando o trabalho experimental de investigação realizado com o que habitualmente realizam nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia	109
H.1 - Os documentos	110
H.2 - Quadro síntese da análise do documento I escrito pelos alunos após a realização do primeiro trabalho experimental de investigação (exemplo referente ao grupo A)	116
 ANEXO I - Documentos pessoais escritos pelos alunos, comparando o trabalho experimental de investigação com e sem tema proposto pela professora	117
 ANEXO J - Documentos pessoais escritos pelos alunos, com opinião sobre a orientação dada pela professora durante a realização das três investigações experimentais realizadas	123
 ANEXO K - Relatórios escritos pelo grupo A, relativos a cada uma das investigações experimentais realizadas	129
K.1 - Os relatórios	130
K.2 - Quadro síntese da análise dos relatórios (exemplo referente ao grupo A - primeira investigação experimental)	143
 ANEXO L - Relatórios escritos pelo grupo B, relativos a cada uma das investigações experimentais realizadas	144

ANEXO M - Relatórios escritos pelo grupo C, relativos a cada uma das investigações experimentais realizadas	159
ANEXO N - Relatórios escritos pelo grupo D, relativos a cada uma das investigações experimentais realizadas	171
ANEXO O - Exemplo de um quadro de cruzamento com os dados obtidos através do Documento I e das Entrevistas - Quadro síntese das dificuldades apresentadas pelos alunos	186
ANEXO P - Classificações dadas pela professora aos relatórios das investigações, elaborados pelos diferentes grupos de alunos	188
ANEXO Q - Carta/Pedido de autorização ao Conselho Directivo da escola onde decorreu o estudo	190

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO GERAL AO ESTUDO

A minha experiência de dez anos leccionando as disciplinas de Ciências Naturais e Biologia e nos últimos três anos, a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, no Ensino Secundário, tem-me suscitado diversas preocupações, nomeadamente o caso de muitos alunos se mostrarem desinteressados das aulas. A este crescente desinteresse não é alheio o facto da emergência da sociedade da informação neste final do século. As mais variadas mensagens transmitidas pelos meios de comunicação social, facilmente chegam às crianças, de forma atractiva e sem grande exigência de esforço. Delors (1996) refere que a escola perdeu em grande parte a preeminência que tinha na educação, afirmando que *«professores e escola encontram-se confrontados com as novas tarefas: fazer da escola um lugar mais atraente para os alunos e fornecer-lhes as chaves duma compreensão verdadeira da sociedade da informação (...) pretende-se que a escola lhes transmita o gosto e prazer de aprender, a capacidade de aprender a aprender, a curiosidade intelectual»* (p.18). Se os ensinarmos a aprender, estaremos a preparar de algum modo o *«homem em construção permanente»*, referido por Barata e Ambrósio (1988).

A sociedade mundial multicultural do final do Séc. XX é dominada pelo progresso científico e tecnológico, o aumento do elemento intelectual (sociedade cognitiva). Torna-se, então, necessária uma formação inicial e permanente de nível mais elevado para todos. Dá-se um crescimento exponencial do conhecimento que chega aos alunos com um aumento da informação, obrigando o jovem cidadão a uma selecção e organização da mesma. Está, pois, implícita a ideia de que a formação dos indivíduos já não deve apenas preocupar-se com a transmissão e aquisição de conhecimentos, mas é também necessário que o aluno aprenda a pensar, desenvolvendo competências do pensar. A educação formal passa também a ter como alvo o pensamento, o aprender a aprender, o desenvolvimento da capacidade de adaptação à mudança e resolução de situações problemáticas.

Vivemos num mundo onde a Ciência e a Tecnologia são omnipresentes, daí a educação em Ciência, ser uma componente relevante para a cultura do cidadão. Miller (1994) aponta algumas razões para a necessidade da cultura científica, como por exemplo: o uso do conhecimento científico permite a continuação e o avanço do próprio trabalho científico; existe

um grande número de trabalhadores no campo técnico e científico, bem como organizações que necessitam de pessoas possuidoras de conhecimentos científicos, embora não sendo cientistas; é importante que os consumidores tenham um conhecimento mínimo de conceitos científicos e tecnológicos, para fazer face, por exemplo, à grande disponibilidade de produtos de consumo doméstico e medicamentoso, para os quais esses conhecimentos são fundamentais; é também essencial para os cidadãos possuir conhecimentos de forma a serem capazes de compreender, argumentar e participar em discussões públicas que envolvam matérias científicas e tecnológicas; uma ampla compreensão da natureza da Ciência não é menos importante do que a compreensão da poesia ou da História, sendo por isso parte integrante da nossa herança cultural. Estas ideias vão ao encontro do referido por Ruberti (1994) que afirma que a melhoria do conhecimento em ciências pela população é necessária por razões de carácter político, económico, social e cultural. É evidente o papel fundamental da educação nesta tarefa, nomeadamente a educação científica.

J. Solomon (1994) considera que para uns o alvo da educação é a transmissão da cultura, para outros é ajudar o aluno no tempo presente com objectivos vocacionais (no sentido tecnológico ou pessoal). Esta última visão é instrumental e particularmente forte no ensino da Ciência. Esta autora considera ainda que existe um terceiro alvo, a educação científica para os cidadãos como 'bagagem' cultural para os manter a par dos temas sociais e políticos. De facto, é necessário perceber o mundo em que vivemos, já que com o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia o Homem tem a responsabilidade de participar na gestão desse mundo, e de saber usar o saber científico e tecnológico. O aumento do nível de cultura científica origina uma participação cada vez mais responsável nas tomadas de decisão.

Actualmente a acção educativa deve ser orientada no contexto de uma realidade caracterizada pela mudança. O crescimento exponencial da informação, já atrás referido, nomeadamente da informação científica e tecnológica, acarreta novas exigências aos cidadãos: flexibilidade, capacidade cognitiva, capacidade de actualização permanente, de participação e de decisão. A escola deve não só fornecer os conhecimentos fundamentais para uma formação inicial dos cidadãos, mas também permitir e fomentar o desenvolvimento da capacidade necessária ao processo construtivo da sua formação e auto-formação.

Apesar do que é referido pelos diversos autores, observa-se que o ensino não deu ainda resposta às necessidades da sociedade, nem dos alunos como pessoas. Como referem Millar e Wynne (1993), a situação real no ensino da Ciência está longe da ideal. Trabalhos de investigação na Educação em Ciência poderão dar um contributo no sentido de uma melhor

compreensão do modo como preparar os alunos de forma a responder a essas necessidades e da obtenção de possíveis soluções.

2. IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

Existe hoje consenso acerca da necessidade de proceder a uma reforma da educação em geral e na educação em ciência em particular. Em diversos países reavalia-se o papel da educação nas sociedades actuais, tendo-se verificado reestruturações das estruturas curriculares nomeadamente nos currículos das ciências, movimentos aos quais Portugal não está alheio. Em 1986, inicia-se uma reforma no Sistema Educativo português. Cria-se a Comissão de Reforma do Sistema Educativo (CRSE) que entre outras medidas apresenta uma proposta de reorganização curricular. A reforma curricular do Ensino Secundário visa, simultaneamente, aprofundar a formação adquirida no Ensino Básico e preparar os jovens, quer para o prosseguimento de estudos, quer para a vida activa e o trabalho (GETAP, 1992). Surgem, assim, dois tipos de curso: Cursos Secundários Predominantemente Orientados para a Vida Activa ou Cursos Tecnológicos (CPOVA) e Cursos Secundários Predominantemente Orientados para o Prosseguimento de Estudos (CSPOPE). Ambos constituídos por uma componente geral, uma componente específica e uma componente técnica. A componente de formação técnica dos CSPOPE visa o aprofundamento vocacional, o desenvolvimento de competências específicas, o fomento de aprendizagens mais experimentais e práticas, a aproximação ao mundo actual e à realidade social envolvente e ainda o reforço da formação geral dos jovens (GETAP, 1992).

No nosso país e no contexto da reforma curricular, surgiram em 1992 novas disciplinas, nomeadamente, a de Técnicas Laboratoriais de Biologia. Disciplina da componente de formação técnica dos CSPOPE. Encontra-se dividida em três blocos: bloco I, integrado no 10º ano; bloco II, integrado no 11º ano; e bloco III, integrado no 12º ano.

Na nota introdutória ao programa desta disciplina, referente ao bloco III, elaborado pelo Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional (GETAP), são definidas as seguintes finalidades:

- Sensibilizar para as novas perspectivas sobre a natureza do conhecimento científico e dos processos de aprendizagem.

- Incentivar o gosto pelas actividades experimentais como meio privilegiado para o desenvolvimento pessoal e interpessoal.

- Desenvolver a capacidade de testar ideias, planear e realizar experiências, controlar variáveis, interpretar.

- Promover a aplicação de uma metodologia experimental investigativa, de modo a possibilitar uma compreensão real das questões consideradas.

- Sensibilizar para as implicações do conhecimento científico e tecnológico em questões que hoje preocupam o Homem e a Sociedade em geral.

(GETAP, 1993)

Observa-se, portanto, uma renovação curricular com ênfase no trabalho experimental perspectivado como uma actividade de natureza investigativa.

O trabalho prático em laboratório deve ser uma parte essencial das actividades dos estudantes de ciências (DeBoer, 1991). Há quase 300 anos John Locke propôs a necessidade dos alunos realizarem trabalhos práticos. Já em finais do Séc. XIX formava parte integral do currículo de ciências em Inglaterra e nos EUA. Desde aí manteve-se um enfoque no trabalho prático para o ensino das ciências. No entanto, o seu papel tem sido sempre objecto de grande controvérsia. Hodson (1994) refere que não existe consenso quanto aos objectivos que se apontam para o trabalho prático num currículo de ciências, nem quanto a forma dos alcançar, e refere vários estudos realizados nesse âmbito:

- Do ponto de vista construtivista, o trabalho prático devia promover a mudança conceptual. Mas a prática docente e alguns estudos mostram que as concepções alternativas dos alunos persistem mesmo depois de confrontadas com a experiência directa que as contradiz (Watson et al., 1995; White, 1991; Driver, 1985).

- Parece que o trabalho de laboratório ajuda pouco os alunos na compreensão de conceitos científicos, a sua única justificação seria o êxito moderado nas técnicas de medida e

desenvolvimento da destreza manual dos alunos (Hegarty-Hazel, 1990; Stawinski, 1986; Bryce e Robertson, 1985).

Se os estudos anteriores não apontam para vantagens do trabalho de laboratório, outros contrariam essas ideias:

- Trabalho de laboratório como meio do desenvolvimento intelectual, eficaz na aquisição de capacidades de pensamento formal (Fix & Renner, 1990; Hall & McCurdy, 1990).
- Trabalho de laboratório de 'fim aberto' desenvolve o pensamento criativo (Penick, 1976).
- Trabalho de laboratório é um factor decisivo na escolha de cursos de Ciência (Milner, 1979)

No que respeita, por exemplo, à motivação, existem estudos contraditórios. Há resultados de investigações que mostram que enquanto alguns alunos gostam do trabalho de laboratório e desenvolvem atitudes positivas para com a Ciência (Keys, 1987), outros não, e até lhe têm aversão (Gardner e Gauld, 1990). A motivação parece diminuir com a idade (Lynch e Ndyetabura, 1984).

Não existindo, portanto, consenso sobre os objectivos do trabalho de laboratório, nem da sua contribuição específica para a educação científica, é então tempo de questionar o seu valor. Hoje, no ensino das ciências, o trabalho de laboratório serve algum propósito útil? Se sim, qual?

Sobre o facto de diferentes objectivos serem apontados para o trabalho prático em laboratório, White (1997) afirma que *«agreement is not essential»* (p.763). Necessitamos é de teorias que expliquem como o laboratório promove as diferentes finalidades curriculares. Talvez sirva diferentes objectivos, mas o importante é especificar como é que no laboratório se concretizam as metodologias para atingir cada um deles.

O tipo de actividade realizada em laboratório afecta os possíveis resultados. Gardner e Gauld (1990), citados por White (1997) lembram-nos que o trabalho de laboratório cobre uma grande diversidade de aspectos: varia em espaço, tempo, variedade, desafio, integração com a teoria, capacidade organizacional do professor e o clima social e emocional da classe. Como nos dizem estes autores: *«Merely being in the laboratory and doing labwork there do not, by themselves, foster scientific attitudes: it is the quality of the experiences that students have*

there that is critical» (p.768). A qualidade das experiências também se aplica ao desenvolvimento da cognição. Deve proceder-se de forma adequada, de acordo com as situações.

No ensino das ciências o trabalho prático sempre foi um assunto controverso. Tem vindo a ser sobreutilizado (o professor usa-o como algo normal e que serve para atingir todos os objectivos da aprendizagem) ou infra-utilizado (só em raras ocasiões se explora todo o seu potencial) (Hodson, 1994). Grande parte das práticas são mal concebidas, confusas e sem real valor educativo.

Nos últimos anos, os educadores começaram a examinar criticamente as intenções e resultados das actividades de laboratório na aula. Emergiram algumas preocupações como, por exemplo, a falta de atractivo das práticas que talvez se deva à orientação que habitualmente lhes é dada. Nos vários estudos, referidos por Hodson (1994), supra citados sobre o trabalho de laboratório, não é claro a que tipo de actividade laboratorial se refere cada autor, pois que existem vários tipos de actividade de laboratório, como sejam exercícios, experiências e investigações. A maioria dos autores conclui que, no actual ensino das ciências, o trabalho prático que se realiza é do tipo 'receita', para confirmar dados e teorias através da obtenção de resultados correctos, em vez de se realizarem investigações por meio de exploração, investigação, comprovação e explicação (Tamir e Garcia, 1992; Qualter et al., 1990; Tobin e Gallagher, 1987; Tobin, 1986; Kyle et al., 1979; Tamir, 1977; autores citados por Barbera e Valdés, 1996). As investigações referidas são actividades de laboratório em que o aluno reconhece o problema, envolve-se no planeamento, execução, interpretação e avaliação da evidência e das soluções possíveis; comunica ainda os seus resultados verbalmente e por escrito (Lock, 1990). Ou, como refere Miguéns (1999) as investigações são:

«Actividades práticas de resolução de problemas, nas quais os alunos usam e desenvolvem conhecimento a nível conceptual e procedimental, identificando um problema, planeando e desenhando um método ou estratégia, conduzindo os testes e a experimentação, registando e interpretando dados, chegando a possíveis conclusões e comunicando resultados, sob orientação e supervisão do professor, mas com um progressivo grau de abertura e autonomia.»(p.1)

É rara a utilização de trabalho experimental de investigação na educação em Ciência. Estas investigações devem mostrar o lado problemático da Ciência real (Nott et al., 1996; White,

1997), permitindo ao aluno desenvolver o hábito de resolver problemas e adquirir um conhecimento tácito e confiança para o utilizar em áreas de interesse científico (Kirschner, 1992; Woolnough e Allsop, 1985). Como refere Reis (1996), numa estratégia investigativa muitas competências científicas (identificação de variáveis, construção de tabelas e gráficos, descrição de relações entre variáveis, selecção e tratamento de informação, formulação de hipóteses, planeamento e execução de investigações) podem ser utilizadas e desenvolvidas, promovendo o desenvolvimento do raciocínio, do pensamento crítico, da auto-aprendizagem e da capacidade de resolver problemas.

Se o trabalho de laboratório for de tipo investigativo, pode então desenvolver capacidades científicas, levar à aprendizagem de aspectos da natureza da Ciência, à aquisição de conhecimento científico e ao desenvolvimento de atitudes (Hegarty-Hazel, 1990), citado por Reis (1996). Pode, pois, levar à aprendizagem das ciências nos seus distintos componentes: aquisição de conceitos científicos, desenvolvimento de processos e competências científicas e a apreciação da natureza da Ciência e do papel da Ciência na sociedade (Asoto et al., 1993).

Torna-se, então, necessária mais e melhor informação e um conhecimento mais profundo sobre o trabalho prático de laboratório, dado que pouco se sabe sobre os seus efeitos nos alunos. Daí, a pertinência da realização de estudos nesta área que possam contribuir para a compreensão de como o trabalho em laboratório promove o desenvolvimento de competências científicas nos alunos, desenvolvendo-lhes assim a forma de pensar, o que, segundo Shepardson (1997), Zoller, et al. (1997) e Kuhn (1993), é hoje um dos objectivos da Educação em Ciência. Também McTighe e Schollenberger (1991) afirmam ser fundamental tornar os alunos pensadores mais efectivos nos moldes das sociedades presentes e futuras, caracterizadas pelo rápido crescimento do conhecimento disponível, necessidade do desenvolvimento da aprendizagem ao longo da vida e de competências necessárias para adquirir e processar informação dentro de um campo mais alargado de conhecimentos.

3. O ESTUDO A REALIZAR

Da literatura e segundo Meyer e Carlisle (1996), parecem surgir duas direcções para a investigação no ensino das ciências: a realização de estudos que examinem o que alunos de diferentes níveis conseguem fazer numa actividade laboratorial sem 'receita' ou numa

investigação; ou estudos que considerem o papel que o conhecimento do aluno tem no trabalho de laboratório.

Ao quisermos fazer um estudo investigativo relacionado com o ensino/aprendizagem em ciências, inclui-se este trabalho na primeira direcção apontada por estes autores.

Assim, o problema a que o estudo procurará dar resposta, pode traduzir-se do seguinte modo:

- O trabalho experimental de investigação influencia o desenvolvimento de competências científicas no aluno?

Esta questão de partida pode desdobrar-se, ainda, nas seguintes questões de investigação:

- Quais as dificuldades apresentadas pelos alunos ao realizarem uma investigação experimental?
- Quais as vantagens apresentadas pelos alunos ao realizarem uma investigação experimental?
- Que competências científicas são mobilizadas num trabalho experimental de investigação ?
- Haverá necessidade de mudança no Ensino da Ciências/Biologia, nomeadamente na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia quanto à utilização do trabalho experimental?

No contexto de toda a problemática já referida surgem os seguintes objectivos que irão nortear este trabalho de investigação.

- Analisar/compreender as dificuldades e vantagens apresentadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação.
- Compreender se o trabalho experimental de investigação leva ao desenvolvimento de competências científicas.
- Propor novas abordagens na utilização do trabalho experimental no ensino da Biologia.

Estes objectivos têm por base os seguintes **pressupostos** teóricos conceptualizados a partir da literatura.

- O ensino influencia não só a aquisição de conteúdos, mas também o desenvolvimento de capacidades e competências.
- Os alunos não costumam realizar trabalho experimental do tipo investigação.
- O trabalho experimental de investigação fomenta a aprendizagem da Ciência.
- Existe uma relação entre o trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento de competências científicas nos alunos.

PRIMEIRA PARTE - ENQUADRAMENTO TEÓRICO DO TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO

INTRODUÇÃO

Nos quatro capítulos que se seguem estabelecemos os conceitos e as respectivas relações, que têm a ver com o problema do qual partimos. Recorremos a fundamentação empírica e teórica. A nossa reflexão centrar-se-á nos aspectos mais relevantes para o desenvolvimento do nosso estudo: o ensino/aprendizagem das ciências, as classificações dos diversos tipos de trabalho experimental, a caracterização do trabalho experimental de investigação e a sua função na aprendizagem da Ciência pelos alunos.

Procurar-se-á, num primeiro capítulo, tomar conhecimento sobre as diferentes perspectivas da educação em ciências e sobre a actual teoria de aprendizagem e as suas implicações ao nível do ensino das ciências.

No segundo capítulo, vamos reflectir sobre os conceitos de trabalho experimental e de competências científicas. Abordaremos diversas perspectivas que se traduzem em diferentes nomenclaturas, definições e caracterizações. Definir-se-á trabalho experimental de investigação, caracterizando-o. Procuraremos, também dar conta, da opinião de diversos autores, e com base em alguns estudos, da realidade escolar, no que se refere ao trabalho experimental que aí se vem realizando.

Num terceiro capítulo vamos reflectir sobre o papel do trabalho experimental de investigação no processo de aprendizagem pelos alunos, as suas potencialidades, entre elas o desenvolvimento do pensamento científico dos alunos, considerado um dos principais objectivos da educação formal das ciências.

CAP. 1 - A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

É inegável a importância da educação científica no mundo de hoje. A sociedade actual procura na educação científica a formação de especialistas, mas também, de cidadãos cientificamente cultos. A escola assume, assim, uma responsabilidade acrescida na preparação dos seus alunos. As razões são várias e já foram por nós referidas na introdução geral a este estudo. Procuraremos, de seguida, expor diferentes perspectivas sobre a educação em ciências.

1. Perspectivas sobre a Educação em Ciências

Pretende-se que a educação em Ciência atinja um vasto conjunto de objectivos. Jorge (1991), apresenta um resumo dos propostos por várias instituições e investigadores.

A Educação em Ciência terá que permitir ao aluno:

- *usar o saber científico, particularmente alguns conceitos básicos que funcionam como ângulos de abordagem da realidade e como instrumentos para resolver problemas de teor não meramente académico;*
- *organizar a massa de informações com que é confrontado, fazendo a sua triagem, estruturando-a e construindo assim o conhecimento;*
- *desenvolver atitudes tais como, curiosidade, criatividade, flexibilidade, abertura de espírito, reflexão crítica, autonomia, respeito pela vida e pela natureza;*
- *desenvolver capacidades como, por exemplo, testar ideias, formular hipóteses, observar, planejar e realizar experiências, problematizar, controlar variáveis, interpretar informação, conceptualizar, pensar afinal;*
- *compreender-se a si próprio e ao mundo que o rodeia, particularmente no que toca aos papéis da ciência e da tecnologia na promoção de um desenvolvimento em equilíbrio com o meio ambiente;*
- *conceber a ciência como uma actividade humana e contextualizada, desenvolvendo para com ela atitudes positivas, facilitadoras quer da inserção na sociedade actual, de cariz marcadamente científico e tecnológico, quer no prosseguimento de carreiras profissionais nestes domínios;*

- *tornar-se apto a beneficiar das aplicações pessoais e sociais da ciência entendendo as relações entre esta e a sociedade;*
- *desenvolver valores em função de considerações éticas acerca dos problemas e finalidades da actividade científica (compreendendo que a sua neutralidade é um mito), habituando-se a participar, de um modo esclarecido, na tomada de decisões. (p.35,36)*

Se para uns autores importam objectivos dirigidos ao desenvolvimento pessoal, para outros importam objectivos para responder às necessidades da sociedade (Woolnough, 1994). Desta dualidade pode, pois, definir-se um ensino 'efectivo' da Ciência de várias formas: recorrer a métodos de ensino para encorajar os alunos a seguirem uma carreira científica ou de engenharia (o que não é apropriado para todos); levar os alunos a apreciarem a Ciência e o mundo que o rodeia, devendo conhecer e compreender alguns princípios e factos da vida, de forma a serem cientificamente literados e a apreciarem os aspectos cultural e útil da Ciência; levar os alunos a ter competências e motivação para a resolução de problemas científicos e execução de investigações. Woolnough (1994) afirma que é útil pensar em termos de Educação através da Ciência e Educação em Ciência, e verificar o que pode ser mais apropriado para diferentes alunos. No quadro 1.1, referem-se os vários objectivos a atingir.

Para este autor, a Educação através da Ciência permite ao professor o uso das aulas de ciências para atingir objectivos de educação geral, como as competências interpessoais, autoconfiança, tomada de consciência para o significado da Ciência em sociedade. A Educação em Ciência preocupa-se com a aprendizagem sobre os conteúdo específico e processos da própria Ciência. No passado considerava-se a Educação através da Ciência mais adequada para alunos menos motivados e Educação em Ciência para os mais motivados. Para Woolnough (1994), ambas são aplicáveis em maior ou menor grau, independentemente da carreira que os alunos optem, sendo estas apropriadas, quer para o cidadão comum, quer para os cientistas. Segundo o mesmo autor, é nos objectivos educacionais gerais que melhor se vai ao encontro da necessidade da sociedade e dos indivíduos nomeadamente respondendo às necessidades da indústria e do cidadão. Black (1993), considera igualmente como objectivo para a Educação em Ciência a aprendizagem *from* Ciência e só depois a aprendizagem *about* Ciência. Somente uma pequena minoria dos alunos que estuda ciências na escola irá prosseguir uma carreira com ela relacionada e para os restantes, essa aprendizagem faz simplesmente parte da educação geral. É da máxima importância, quer para o indivíduo, quer para a sociedade que as pessoas

tenham uma compreensão adequada da Ciência. São características de excelência da literacia científica: a capacidade para usar compreensão científica, ao tomar decisões no dia a dia; a capacidade de compreender assuntos correntes que envolvam Ciência; a compreensão ou pelo menos o *feeling* das ideias gerais da Ciência que nos ajudam a ver-nos a nós próprios e ao nosso lugar no universo (Millar, 1993).

Quadro 1.1 - Objectivos da Educação através da Ciência e da Educação em Ciência

Educação através da Ciência	Atitudes	<ul style="list-style-type: none"> - autoconfiança, orgulho no trabalho - autonomia e compromisso - integridade no pensamento, na apresentação e debate
	Competências	<ul style="list-style-type: none"> - de comunicação: literacia, argumentação e numeracia - gerais de resolução de problemas - interpessoais como cooperação
	Conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - factos científicos úteis - conhecimento, compreensão e apreciação do mundo
Educação em Ciência	Atitudes	<ul style="list-style-type: none"> - entusiasmo pela Ciência, admiração pelo mundo físico e biológico - humildade sobre as limitações da Ciência
	Competências	<ul style="list-style-type: none"> - uso de aparatos científicos - resolução de problemas em contextos científicos - análise e comunicação de dados científicos
	Conhecimento e compreensão	<ul style="list-style-type: none"> - conhecimento dos factos e teorias importantes das ciências físicas, biológicas e da terra - compreensão e apreciação dos factos, teorias e modelos científicos

(Woolnough, 1994, p.13)

Segundo Millar e Wynne (1993), é através da educação formal em ciências que se atinge a compreensão do público nas várias áreas da Ciência e que se promove o tipo de mudança requerido na percepção do público sobre o conhecimento científico e processos pelo qual ele é produzido. No nosso país, vários autores vêm reflectindo sobre esta temática. Para Martins (1999), *«o que é verdadeiramente importante para a compreensão da Ciência é a aprendizagem que cada indivíduo for conseguindo ao longo da sua vida»* (p.7), sendo que, para tal contribuem em complementaridade as situações de ensino/aprendizagem formal (na escola), não formal (nos museus, nos centros de Ciência, pelos meios de comunicação) e informal (na vida do dia a dia) com que o indivíduo vier a ser confrontado. No entanto, Martins (1999) afirma que existem razões para a relevância do ensino formal das ciências, nomeadamente o facto de ser este o que melhor pode ser controlado e *«para muitos indivíduos será aquele a que terão acesso.»* (p.8).

Para Trindade (1996), educação em ciências difere de ensino das ciências. Apresentamos, no quadro seguinte (Quadro 1.2), um esboço dos diferentes objectivos para a educação em ciências e ensino das ciências segundo este autor. Aparecem, mais uma vez, os objectivos mais relacionados com a formação de todo e qualquer cidadão, no que é aqui denominado educação em ciências, e por outro lado, objectivos mais relacionados com os indivíduos que prosseguem estudos numa área científica, na denominação ensino das ciências. Já para Carmo (1991), citado por Bonito (1999), o ensino das ciências engloba essas duas vertentes, tenta dar resposta a três necessidades: a) da Ciência (formar cientistas e tecnólogos); b) do indivíduo (contribuir para o desenvolvimento psicológico do aluno); c) da sociedade (fomentar uma cultura científica no cidadão). Para Woolnough (1997), existem três objectivos para o ensino da Ciência nas escolas: assegurar que toda a população é cientificamente literada, de forma a que os futuros cidadãos apreciem a Ciência, as suas potencialidades, limitações e implicações na sociedade, para que possam tomar decisões informadas na sua vida enquanto adultos; assegurar que alguns alunos prossigam carreiras científicas e tecnológicas; assegurar que o sistema produz suficientes professores de ciências que retornem às escolas, tornando viáveis os dois primeiros objectivos.

Quadro 1.2 - Diferenças entre Educação em Ciências e Ensino das Ciências

Educação em Ciências (destina-se à formação do cidadão - à alfabetização em ciências)	Ensino das ciências
<p>Reconhecimento da natureza e finalidade da ciência e da tecnologia.</p> <p>Conhecimento dos processos da ciência.</p> <p>Compreensão (interpretação de resultados de experiências simples (a nível elementar).</p> <p>Conhecimento de domínios científicos básicos.</p> <p>Consideração pelas relações C-T-S.</p> <p>Desenvolvimento de atitudes positivas para com a ciência e para com a comunidade científica.</p> <p>Contributos para o desenvolvimento de valores, como: tolerância, rigor, curiosidade, cepticismo informado, etc.</p>	<p>Aquisição de informação específica e especializada.</p> <p>Compreensão do formalismo científico.</p> <p>Aquisição e desenvolvimento da capacidade de aprender e aplicar conhecimento e processos.</p> <p>Aquisição da capacidade de crítica fundamentada.</p>

(Trindade, 1996, p.131)

Uma maior ênfase na preparação dos alunos que prosseguem actividades científicas ou com elas relacionadas, ou enquanto cidadãos numa sociedade em que a Ciência e a Tecnologia são cada vez mais preponderantes, depende do nível de ensino, Básico ou Secundário. Mas, mesmo durante o Ensino Secundário, a par da preparação mais específica para o prosseguimento de estudos numa área científica, deve, também, existir a preocupação de preparar o cidadão. Para confirmarmos esta perspectiva, basta vermos os objectivos para o

Ensino Secundário, que de acordo com a Lei de Bases do Sistema Educativo, foram sistematizados em três grandes objectivos gerais:

- 1. Criar as condições que permitam a consolidação e aprofundamento da autonomia pessoal conducente a uma realização individual e socialmente gratificante;*
- 2. Proporcionar a consolidação, aprofundamento e domínio de saberes, instrumentos e metodologias que fundamentem uma cultura humanística, artística, científica e técnica, e favoreçam, numa perspectiva de educação permanente, a definição de interesses e motivações próprios face a opções escolares e profissionais;*
- 3. Aprofundar valores, atitudes e práticas que preparem intelectual e afectivamente os jovens para o desempenho consciente dos seus papéis numa sociedade democrática.*

(Organização Curricular e Programas, Ministério da Educação, 1991)

Cada um destes objectivos encontra-se desdobrado em objectivos específicos, referindo-se à dimensão pessoal, às aquisições necessárias ao desempenho de funções socialmente úteis e, ainda, a dimensão para a cidadania. Assim sendo, a literacia científica é uma meta da educação formal e não se limita ao ensino básico. Que metodologias de ensino deve o professor de ciências utilizar para atingir os diferentes objectivos, é uma questão que hoje se nos coloca.

2. Ensino/Aprendizagem da Ciência

Não se pode falar de ensino sem referir o binómio ensino/aprendizagem. Cabe-nos, agora, falar de aprendizagem. Em qualquer método de ensino o professor deve estar informado sobre as perspectivas de aprendizagem, ainda que, na sala de aula se devam ter também outros factores em conta. A compreensão de como se aprende Ciência, tem um papel importante na decisão de como esta se ensina melhor.

2.1. Considerações gerais sobre a aprendizagem

Existem uma série de teorias para explicar o processo da aprendizagem, e nomeadamente, a aprendizagem escolar. Actualmente, considera-se a aprendizagem como construção de significado pelo próprio aluno, é um processo activo, o aluno não se limita a adquirir

conhecimento, constrói-o a partir da sua experiência prévia. O ensino centra-se no aluno, não existe uma lei geral de aprendizagem, ela varia de aluno para aluno e varia ainda consoante o contexto em que o aluno se encontra.

Todo o conhecimento é autoconhecimento, diz-nos B. Santos (1996), segundo esta ideia e segundo uma perspectiva construtivista do processo de construção do conhecimento, o aluno utiliza as suas próprias estratégias de aprendizagem. A aprendizagem articula o novo com o que já conhece. De acordo com a epistemologia empirista o aluno era visto como 'tábula rasa'. O aluno, agora é visto como tendo um papel activo na construção do seu próprio conhecimento. Particularmente fecunda, a perspectiva construtivista assume que a criança constrói o seu próprio conhecimento em consequência da interacção com o seu meio físico e sócio-afectivo que o rodeia. Segundo esta perspectiva *«são os próprios alunos que constróem (reconstróem) os conhecimentos e os instrumentos para os adquirir. É a sua actividade que permite organizar (reorganizar) os conhecimentos em esquemas, cada um com a sua estrutura própria»* (Santos, 1989).

O conhecimento está na interacção sujeito e objecto. Lerbet (1981), ajuda a compreender a dinâmica da construção do conhecimento, através do sistema pessoa. A pessoa é um ser original, aberto, hipercomplexo, que efectua trocas com o ambiente. O sistema pessoa é constituído pelo Ego e o *Milieu*. O *Milieu* faz parte da pessoa e do *environment*, é uma zona de interface. Nesta zona de interface existem trocas de informação com o *environment*, o que leva a que a pessoa se enriqueça e complexifique, devido aos processos integrativos de interiorização e descentração. O *Milieu* complexifica-se por integração do *environment* e o ego por integração do *Milieu*. Mas coexistem dois processos: o de complexificação, neguentrópicos, com aumento de organização, aumento de abstracção e autonomia; com o processo de descomplexificação, entrópicos, aumento de desorganização. O sistema pessoa é um sistema autofinalizado.

Nas últimas décadas, tem vindo a desenvolver-se o movimento das concepções alternativas, movimento investigativo que parte de pressupostos teóricos que a psicologia cognitiva gerou e do desenvolvimento da psicologia educacional, que através dos trabalhos de autores como Piaget, Ausubel e Gagné, ganhou incremento. O aluno constrói o seu próprio conhecimento. Mas os alunos já possuem construções prévias, representações do mundo onde vão ligar a nova informação. Numa perspectiva construtivista estes conhecimentos prévios servirão para 'ancorar' os novos conhecimentos (Ausubel, 1980). Ainda nesta perspectiva o aluno é um sujeito a constituir-se (entidade estruturante) que se auto-regula e auto-transforma à medida

que constrói e transforma os seus conceitos - teoria da modificabilidade cognitiva (Cachapuz, 1992). Como sistematiza este autor, existem modelos pedagógicos de captura conceptual e modelos pedagógicos de troca conceptual, segundo se veja à luz de epistemologias racionalistas continuistas ou descontinuistas. No primeiro caso, é importante o processo de 'ancoragem'. Quanto aos modelos de troca conceptual, consideram o erro como tendo um papel importante na construção do conhecimento e na aprendizagem, referido por autores como Bachelar e Popper entre outros. «*O conhecimento, até onde é livre de erro, é em essência um conhecimento recebido passivamente*» (Popper, 1975). Daí a necessidade de destruturação e depois reestruturação das estruturas conceptuais do sujeito. A mudança de modelos de aquisição conceptual para modelos de troca conceptual tem sido lenta e difícil. Trata-se de uma mudança paradigmática. É necessário evoluir para uma nova didáctica das ciências. Actualmente, refere Oliveira (1991) «*a didáctica não é compreendida só numa perspectiva instrumental e prática face à instituição, mas como condição de aprendizagem, tendo em conta a relação entre os conceitos específicos a aprender numa área do saber, o aluno e o professor*» (p.26).

2.2. A perspectiva construtivista da aprendizagem da Ciência

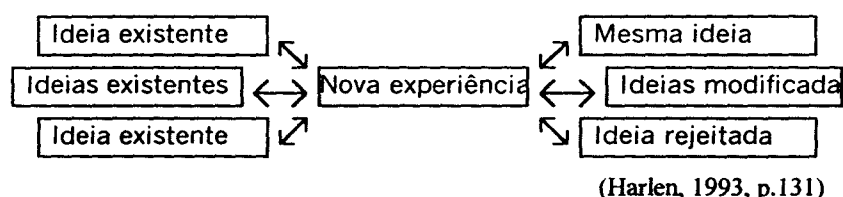
No ensino da Ciência, também se adopta uma perspectiva construtivista da aprendizagem. Considera-se a aprendizagem um processo activo e que começa onde o aluno se encontra, como refere Ausubel (1980) «*ascertain what the learner already knows and teach accordingly*». Os alunos trazem para as situações de aprendizagem um leque de ideias, atitudes e competências. O processo de aprendizagem envolve interacção entre o aluno e qualquer experiência de aprendizagem apresentada, seja observação, seja explanação pelo professor ou trabalho realizado pelo aluno. Aprender envolve dar sentido às coisas em relação às ideias existentes (Asoko et al. 1993). Qualquer plano de ensino deve procurar saber qual o conhecimento e compreensão do aluno e fornecer experiências de aprendizagem que aí se iniciem; dar a oportunidade para o aluno activamente testar, aperfeiçoar e consolidar a sua compreensão em novos contextos de aprendizagem (Ramsden e Harrison, 1993). Assim, segundo os mesmos autores, tendo esta visão de aprendizagem o professor deve: planear actividades de aprendizagem onde existam oportunidades para que as ideias do alunos se tornem explícitas como parte natural da estrutura da aula; estabelecer uma cultura de aula em que todas as contribuições são aceites e o aluno se sinta à vontade para apresentar as suas

ideias; fornecer uma grande gama de actividades de aprendizagem que encoraje o aluno a testar activamente as suas ideias em situações novas e de muitas formas diferentes. Aconselham estratégias de aprendizagem activa, mas é a actividade mental que é requerida para a aprendizagem activa, não querendo dizer que a actividade física seja independente da mental. Existe evidência de que as duas interactuam para facilitar a aprendizagem, quer dos conceitos, quer de competências processuais. Apontam como estratégias de aprendizagem activa as investigações práticas, a resolução de problemas, a discussão em pequenos grupos, o drama, o *role play*, e as visitas, entre outras. Estas estratégias envolvem os alunos em actividades de pensar, criar, prever, imaginar, fazer, compartilhar ideias, descobrir, apresentar e discutir. Estas actividades só podem ser efectivas, se o aluno desenvolver a habilidade de trabalhar, quer independentemente, quer em colaboração, e tomar mais responsabilidade pela sua própria aprendizagem. O principal objectivo de todas estas actividades é o mesmo: dar aos alunos oportunidades para desenvolver a compreensão sobre o que estão a aprender, estando activamente motivados com alguma forma de situação de mudança relevante. A palavra investigação, é para estes autores, um termo que pode ser usado para um grupo de actividades de aprendizagem que tipicamente inclui: levantar questões, planejar, fazer observações, usar competências práticas, analisar dados e procurar padrões, explicar e prever.

Harlen (1993) propõe uma aprendizagem baseada nos processos em Ciência. Contrariamente a algumas visões, não se nega que a Ciência tem a ver com a compreensão do mundo e com o desenvolvimento de conceitos que ajudem essa compreensão. No entanto, reconhece que essa compreensão tem que partir do aluno, que as ideias que se adicionam ao conhecimento não podem ser implementadas de fora. Segue a perspectiva de aprendizagem construtivista, na qual se reconhecem as ideias que os alunos tem, sendo estas tomadas como ponto de partida para a aprendizagem; a aprendizagem é vista como a mudança dessas ideias (Harlen e Osborne, 1985). Harlen (1992), citada por Sá (1996), considera que *«a medida em que as ideias evoluem para ideias mais 'científicas' (em conformidade com uma maior gama de fenómenos) depende do modo como tais ideias são aplicadas e testadas a novas situações, isto é, do uso dos processos científicos»* (p.67). Assim, e deste ponto de vista, o desenvolvimento das ideias dos alunos depende de eles as testarem, confrontando-as com a sua experiência e com a nova evidência. Este é um processo que envolve observação, interpretação, formulação de hipóteses, levantamento de questões, comunicação, ou seja, os processos da Ciência. Considerando que, segundo Cavendish et al. (1990), citados por Sá (1996), os processos científicos envolvem actividade física e mental, *«são os meios por via dos*

quais são estabelecidas as ligações entre as ideias que a criança transporta da sua experiência anterior e as suas novas experiências, bem como o modo de testar tais ideias no sentido de verificarem se elas permitem a compreensão das novas experiências» (p.67). Se o processo ocorre cientificamente, por exemplo, tendo em conta todas as evidências, fazendo previsões justificadas e testando-as rigorosamente, as ideias que emergem de uma investigação científica podem ser consistentes com a evidência encontrada. O sucessivo testar das ideias emergentes, à medida que uma nova experiência é encontrada, fornece aos alunos uma maior capacidade de compreensão de uma gama cada vez maior de experiências. Observe-se a figura 1.1.

Fig. 1.1 - Representação esquemática do processo de aprendizagem



Nesta representação, as ideias iniciais, que podem ser ligadas, estão à esquerda e os resultados do processo de aprendizagem, à direita. O resultado pode ser a mesma ideia inicial confirmada, modificada ou rejeitada. Se a ideia for rejeitada, uma nova ideia tem que ser testada e apreendida. As setas, representam os processos de ligação e teste, e o diagrama mostra que ocupam um papel chave no destino das ideias. O facto de acontecer ou não modificação ou rejeição das ideias, depende da forma como se dá o processamento das ideias e da informação, entre outros factores.

Aqui o factor crucial é a rejeição da velha ideia na base da sua própria experiência, usando isto como actividade de aprendizagem. Os alunos necessitam de ser capazes de reflectir criticamente no sucesso dos seus esforços, sendo nesses momentos que ocorre a aprendizagem, quando o aluno rejeita uma ideia que 'não funcionou' por outra que o fez (Ramsden e Harrison, 1993). Assim que a ideia 'velha' é rejeitada ou modificada, porque não ajuda a resolver o problema ou a explicar o padrão nalgum dado, a 'nova' ideia deve de o provar e ser reforçada, sendo então aplicada numa variedade de novas situações, onde funcione melhor do que a 'velha'. Daí o argumento para a ênfase no uso dos processos da Ciência e o seu desenvolvimento consciencioso na educação em Ciência. Não deixa de fazer

sentido uma maior focalização, ora nas competências de processo, ora nos conceitos associados à resolução de problemas particulares (Harlen, 1978 e Qualter et al., 1990; citados por Sá, 1996), apesar de se reconhecer a sua interdependência. Como nos referem Brook et al., (1989), citados por Sá (1996), *«a aprendizagem em Ciência não se caracteriza nem pela aprendizagem de conteúdo nem pela aprendizagem de processos, mas por uma interacção dinâmica em que os alunos continuamente e de forma progressiva constroem e reconstróem a sua compreensão do mundo»* (p.93).

É evidente a importância do papel do professor. Este deve combinar ensino com aprendizagem, assim, deve facultar aos alunos experiências efectivas de aprendizagem (Ramsden e Harrison, 1993). O seu trabalho passa por planejar, preparar, orientar e avaliar a aprendizagem, devendo prestar uma atenção cuidada no planeamento de esquemas de trabalho. A chave para o uso efectivo do trabalho experimental e de qualquer actividade de aprendizagem reside no facto de ser claro o que se pretende atingir, a escolha da actividade mais adequada e efectiva, dependendo do que está a ser ensinado, da experiência anterior do aluno, do nível de motivação, entre outros factores que afectam a aprendizagem, mas também, no facto de se saber, se o fim justifica os meios. O professor deve ainda ter em conta a idade dos alunos. Na faixa etária dos 16 aos 19 anos, a abordagem de aprendizagem deve ser mais flexível, deve dar-se aos alunos maior liberdade e exigir maior responsabilidade na sua própria aprendizagem. Toda esta problemática deve levar o professor a constantemente reflectir sobre a sua própria prática.

2.3. As dimensões da Aprendizagem da Ciência

Hodson (1994), refere que é por vezes conveniente considerar que o ensino das ciências consta de três aspectos principais: aprendizagem da Ciência - adquirindo e desenvolvendo conhecimentos teóricos e conceptuais; aprendizagem sobre a natureza da Ciência - desenvolvendo um entendimento da natureza e métodos da Ciência, sendo conscientes da interacção Ciência e Sociedade; a prática da Ciência - desenvolvendo os conhecimentos técnicos sobre a investigação científica e a resolução de problemas. Estas três dimensões são separadas, mas estão relacionadas, sendo necessárias mas não suficientes, e cada uma contribui para a compreensão das restantes. Contudo, é a investigação científica (prática da Ciência) que proporciona ao aluno o estímulo para reconhecer e compreender a inter-relação dessas

dimensões. A prática da Ciência dá lugar a três tipos de aprendizagem: a compreensão conceptual intensificada de qualquer tema estudado ou investigado; o aumento do conhecimento relativo ao procedimento da Ciência (aprender mais sobre as relações entre observação, experiência e teoria, se existir tempo para a reflexão); o aumento da capacidade investigativa que poderá tornar-se em mestria. Assim, a prática da Ciência incorpora as outras actividades na aprendizagem da Ciência. A prática da Ciência é o único meio de aprender a fazer Ciência e a experimentar a Ciência como um acto de investigação. Este autor considera que cada uma dessas dimensões se subdivide num conjunto de objectivos mais específicos, e que, para atingir cada um deles, é necessária uma abordagem diferente (Hodson, 1998). Cada experiência de aprendizagem deve ser bem planeada e ter objectivos bem definidos.

Em consonância com Hodson, mas apresentado de uma outra forma, Asoko et al. (1993) defendem que aprender Ciência envolve componentes distintos: a aquisição de conceitos da Ciência, o desenvolver de competências científicas e processos, o apreciar a natureza da Ciência e o papel da Ciência na sociedade. No que se refere à compreensão conceptual dos alunos em Ciência, verifica-se que, quando o aluno chega à escola, já possui experiência dos fenómenos naturais e dos acontecimentos do mundo que o rodeia. Faz também parte do seu desenvolvimento, a observação pessoal, as experiências, as conversas com colegas e adultos, a influência dos livros e da televisão. O aluno na sala de aula tem tendência de 'cair' nos padrões relacionados com sua idade e experiência, mas, à medida de que ganha mais experiência prática e social do mundo que o rodeia, as suas explanações para certos fenómenos podem mudar. A compreensão conceptual da Ciência parece desenvolver-se quando os conceitos são trocados, modificados ou apurados em relação aos conceitos iniciais que possuíam.

Na década de 80, emerge um modelo de aprendizagem por mudança conceptual. Considerava-se que existia aprendizagem quando existia um 'salto' descontínuo entre a ideia intuitiva e a científica. Hoje, pensa-se que evolução é progressiva para ideias cada vez mais científicas, em conformidade com uma gama maior de fenómenos. Nesse processo evolutivo de mudança conceptual é importante, como já referimos, o nível de competências de 'processos científicos' (Cavendish et al., 1990; Harlen, 1992; Sá, 1996).

Quanto à competência processual dos alunos em ciências, os alunos trazem ideias e expectativas para o trabalho prático, como para qualquer outro aspecto da aprendizagem em Ciência. A sua competência processual é influenciada pela compreensão conceptual, pela sua visão sobre a natureza da actividade na qual estão envolvidos e pelo contexto em que se enquadra o exercício. Para planear e realizar uma investigação com sucesso, o aluno deve ser

capaz de juntar a compreensão conceptual e as competências processuais como a medição, a formulação de hipóteses, a previsão, a capacidade de observar, de controlar variáveis, de registo e de interpretação de dados. Existe a necessidade de ambos os campos, conceptual e processual, que interactivam em qualquer investigação. Como sustenta Sá (1996), *«processos científicos, por um lado, e conhecimento e compreensão, por outro lado, potenciam-se mutuamente numa interdependência geradora de mais elevados níveis de competência em processos científicos e mais elevados níveis de conhecimento e compreensão»* (p.94).

Uma extensão do modelo proposto por Harlen (1993), anteriormente descrito, sugere que se as ideias são apresentadas, mas as competências de processo não são adequadas ou não são usadas, relacionando-as com a experiência, essas ideias, se têm que ser aprendidas, sê-lo-ão por rotina. Esta aprendizagem de ideias por rotina, não será usada na ajuda da compreensão do envolvente, dado não serem reflectidas nem emergentes de experiências anteriores. Infelizmente, muitas vezes a aprendizagem em Ciência é para muitos alunos deste tipo na sua educação Secundária. Os alunos aprendem a reproduzir algumas dessas ideias na altura certa e de forma a passarem nos exames, mas não ficam convencidos sobre o seu conhecimento, pois sabem que não o compreendem. As atitudes para com a Ciência são degradadas por estas experiências, além de que contribuem para que o aluno percepcione a Ciência como que constituída por factos e princípios, alguns dos quais não fazem qualquer sentido para eles. Nesta situação, o seu papel como alunos é meramente o de um receptor passivo.

Não se considera que a ênfase na aprendizagem dos processos seja substituta ou alternativa a uma aprendizagem do conteúdo, mas, é essencial para a sua apreensão. A capacidade de transferir conhecimento para novos problemas e de ter uma grande liberdade de escolha na tomada de decisões depende do facto de o aluno ter ideias relevantes baseadas na selecção de informação, bem como em desenvolver competências de processo.

A aprendizagem baseada nos processos em Ciência, proposta por Harlen (1993), é como projectar uma perspectiva mais humanística da Ciência e usar experiências de aprendizagem que envolvam o pensamento, a imaginação e o interesse dos alunos, bem como conduzir a uma compreensão dos princípios e conceitos chave. O objectivo desta abordagem é no sentido de que alunos aprendam com compreensão, através do desenvolvimento das suas próprias ideias, que são levadas a sério e não ignoradas em favor da 'resposta certa'. Este tipo de aprendizagem é mais capaz de apelar a todos os alunos e dá-lhes oportunidades para que desenvolvam as ideias necessárias para a compreensão e constituindo uma contribuição efectiva para um público cientificamente literato. Permite desta forma responder ao desafio do sistema

educativo, fornecendo à sociedade, quer cidadãos científica e tecnologicamente literados, quer cientistas e técnicos treinados e informados.

Desta abordagem emerge uma visão diferente da Ciência. A Ciência é experienciada como a construção do conhecimento que comporta ideias que são aceites desde que tenham a evidência como suporte, mas que estão abertas à mudança se necessário, devido ao aparecimento de uma nova evidência. O conhecimento científico, assim experienciado e reconhecido como um produto da actividade e pensamento humano, leva o aluno a perceber que a Ciência não é tão 'objectiva' como normalmente se supõe, mas é influenciada por valores sociais e culturais. Esta forma de ver o conhecimento científico relacionado com a abordagem construtivista da aprendizagem (mudanças na forma como se pensa que o aluno aprende conceitos científicos), ocorre em paralelo com o trabalho de vários e contemporâneos filósofos da Ciência, e conduziu a uma mudança da perspectiva 'tradicional' de Ciência como 'conhecimento objectivo' para Ciência como construção humana e social. Esta perspectiva vem influenciar a educação em Ciência e conduzir a uma maior ênfase nos processos mais do que nos 'factos' da Ciência, passando o verdadeiro trabalho investigativo a estar no coração do ensino das ciências (Black, 1993). Todas estas mudanças conduziram a diferentes abordagens de aprendizagem da Ciência na aula, o que a tornou muito mais acessível e humana.

CAP. 2 - O TRABALHO EXPERIMENTAL

O trabalho experimental pode revestir-se de vários formatos. Na literatura encontram-se diversas classificações que apresentaremos neste capítulo. O professor de ciências deve variar na escolha dos diferentes tipos de trabalho experimental, pois, cada qual permite atingir diferentes objectivos.

1. Definição e classificação

Ao longo dos tempos, o trabalho prático foi, por vezes, problemático no ensino das ciências. Existe, contudo, a ideia de que este tipo de trabalho é importante, sendo característica *sine qua non* para o 'bom' ensino das ciências (Miguéns, 1990). Ao abordarem este tema, os autores utilizam várias nomenclaturas, referindo-se a actividades práticas, trabalho prático, trabalho laboratorial ou trabalho experimental. Sempre que expusermos as ideias de um autor,

no sentido de mantermos a sua perspectiva, optaremos pela designação utilizada pelo próprio. Pressupomos que, quando os diferentes autores se referem a trabalho prático e trabalho laboratorial, nele incluem o trabalho experimental. Neste estudo utilizaremos a nomenclatura trabalho experimental, estando este incluído no trabalho prático e tendo pelo menos uma parte laboratorial, conforme esquematizamos na figura seguinte (Fig. 2.1).

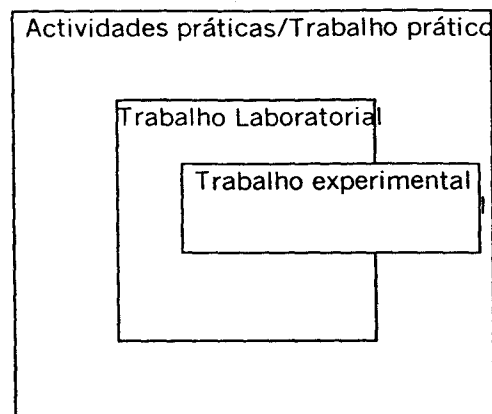


Fig. 2.1 - Relação entre Trabalho prático, Laboratorial e Experimental

Actividades práticas ou trabalho prático são dois termos que podem ser utilizados com idêntico significado: trabalho realizado pelos alunos, interagindo com materiais e equipamento, para observar fenómenos, na aula ou em actividades de campo (Miguéns, 1990). Hodson em 1994, cita um seu anterior trabalho de 1988, onde defende que o trabalho prático não é só o que é realizado com experiências no laboratório. Qualquer método de aprendizagem que exija que os alunos sejam activos, pode ser descrito como trabalho prático. Cada actividade prática pode ter maior ou menor intervenção do professor e, enquanto estratégia de ensino/aprendizagem, pode ser utilizada para atingir diferentes objectivos.

Trabalho experimental é aquele que é baseado na experiência, no acto ou efeito de experimentar, ou no conhecimento adquirido pela prática. Experimentar é pôr em prática, ensaiar, avaliar ou apreciar por experiência própria. Assim, como nem todo o trabalho prático é trabalho de laboratório, nem todo o trabalho laboratorial é experimental. Encontram-se, na literatura da especialidade, várias designações e definições para as actividades desenvolvidas no laboratório. Para Hofstein (1988), as actividades de laboratório não incluem demonstrações para grandes grupos, nem visitas a museus de Ciência e nem estudos de campo. São actividades de laboratório, os exercícios, as experiências, os experimentos por descoberta

guiada, as verificações experimentais e as investigações ou projectos. Estas actividades constituem o trabalho experimental em laboratório, se bem que consideramos de acordo com Lock, (1990), que verdadeiramente experimental são as investigações, dado envolverem os alunos desde a colocação do problema, do planeamento e execução da experiência, e do elaborar das conclusões. Também Oliveira (1999) explica que, ao falar de trabalho experimental, não se refere a modalidades de trabalho prático como demonstrações ou simulações, mas a *«investigações em que os alunos podem desenvolver, recorrendo a recursos variados, experiências significativas, construindo, no seio de comunidades de aprendizagem, significados de conceitos próximos dos que são aceites pela comunidade científica»* (p.2). O quadro 2.1, dá-nos uma síntese de algumas classificações para o trabalho prático, propostas por vários autores, o que nos esclarece acerca da diversidade que envolve o significado dos termos relacionados com este tipo de trabalho.

Quadro 2.1 - Resumo de algumas classificações acerca de tipos de Actividade/Trabalho Prático.

AUTOR	CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS / OBJECTIVOS
Woolnough e Allsop (1985)	Demonstrações	Pode ser eficiente para descrever conceitos e técnicas
	Exercícios	Exercícios de manipulação, observação e medição. Permitem desenvolver técnicas e competências práticas.
	Experiências	Experimentações exploratórias simples, rápidas. Permitem aos alunos <i>«o get 'a feel' for the phenomena»</i> (p.56).
	Investigações	Permitem ao aluno ser um 'cientista' que resolve problemas.
	Admitem ainda a existência de desenhos híbridos	Permite obter mais do que um objectivo simultaneamente, principalmente quando o aluno já tem alguma experiência de trabalho de laboratório.
	Estudos de campo	Pode ser no ambiente natural, mas também em museus e locais industriais.

Gott e Foulds (1989)	T. Experimental: - competências básicas - de observação - ilustrativo - de investigação	Para desenvolver técnicas e competências práticas. Normalmente é acompanhado por instruções 'passo a passo'. Envolve a observação de um evento ou objecto usando os sentidos ou instrumentos. Envolve a ilustração de um fenómeno particular. Normalmente é acompanhado por instruções 'passo a passo'. Começa com uma questão a investigar (dada pelo professor ou colocada pelo aluno) e requer do aluno a responsabilidade sobre a forma de proceder, o equipamento e os materiais a usar, o que deve medir, como o registar, como interpretar os dados e como avaliar os resultados.
Miguéns (1990) e Lunetta (1991)	Demonstrações Exercícios Experiências Experimentos por descoberta guiada Investigações ou projectos Trabalho de campo	Realizada pelo professor. Aluno segue um procedimento experimental que indica procedimentos e instruções. Experimentações simples e exploratórias. Procedimentos realizados pelos alunos em direcção à resposta certa. Os alunos resolvem problemas, pesquisam, experimentam. Trabalho prático verdadeiro, útil e compensador. Sair da escola, ir ao terreno.

Lock (1990)	<p>Demonstrações</p> <p>Verificações experimentais</p> <p>Investigações experimentais.</p>	<p>Existência de um <i>contínuum</i>, desde actividades centradas no professor até às centradas no aluno, sendo o professor consultor e guia.</p> <p>No extremo desse <i>contínuum</i>, encontram-se as investigações que são actividades verdadeiramente experimentais. Os alunos assumem e reconhecem o problema em estudo como real e é-lhes permitido envolverem-se no planeamento, execução, interpretação e avaliação da evidência e das soluções possíveis, para além de comunicarem os seus resultados verbalmente e por escrito.</p>
Lopes (1994)	<p>Modelo de trabalho experimental:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo Demonstrativo - Tipo Indutor conceptual - Tipo Refutador - Tipo Investigativo 	<p>Função de ilustrar factos e princípios como forma de dar credibilidade à informação teórica. Insere-se na linha da aprendizagem por transmissão. Valoriza os conteúdos em detrimento dos processos.</p> <p>Função de introduzir os conceitos, teorias e leis. Insere-se na linha da aprendizagem por descoberta. Sobrevaloriza-se os processos. Desenvolvimento de capacidades manipulativas.</p> <p>Função de gerar conflitos cognitivos com vista à mudança conceptual. Grau de abertura tendencialmente fechado com objectivo principal de refutar hipóteses.</p> <p>Função de aplicar os conhecimentos a novas situações através da resolução de problemas. O ponto chave é o desenvolvimento de capacidades, dando ao aluno a possibilidade de se aperceber da natureza da ciência e dos processos inerentes à sua produção.</p>

Bonito (1996)	Actividades práticas laboratoriais:	
	Tipo I	- Desenvolvimento de competências psicomotoras
	Tipo II ou Comprobativas	- Verificação de conceitos ou princípios
	Tipo III ou Investigativas	- Descoberta de um conceito ou princípio
	Tipo IV	- Resolução de problemas (orientada)
	Tipo V	- Resolução de problemas (autonomamente)

São vários os objectivos apontados para o trabalho prático. Hodson (1998) afirma que, comparando os objectivos apontados para este tipo de trabalho, em 1963, por Kerr e os apontados, trinta e cinco anos depois, por vários autores, verifica-se que esses objectivos se mantêm na maioria inalterados, apesar de por vezes se terem modificado as prioridades. Faz ainda notar que, apesar dos objectivos educacionais para este tipo de trabalho serem os mesmos, a forma de os atingir é diferente, dado que actividades muito diversas coexistem sob o termo 'trabalho prático'. Segundo este autor uma forma de ultrapassar esta improdutiva situação educacional é reconceptualizar o trabalho prático em termos das componentes já referidas (aprendizagem da Ciência, prática da Ciência e aprendizagem sobre a natureza da Ciência) e cada professor seleccionar a actividade mais adequada para cada aula, dependendo dos objectivos que pretende atingir. Griffin (1998), contudo, opina que além dos objectivos referidos por Hodson, existem outros, incluindo o desenvolvimento da auto-motivação, a estimulação da criatividade, o reconhecimento da relevância da compreensão científica e o desenvolvimento do pensamento independente. Para se obter um curriculum eficaz é útil considerar que o trabalho prático tem três grandes objectivos: aprofundar a compreensão das ideias científicas, experimentar os processos científicos, adquirir competências de investigação científica (Griffin, 1998). Para Kirchner e Huisman (1998), o trabalho prático é mais adequado para ajudar os alunos a adquirir a estrutura sintáctica do conhecimento científico, e segundo eles esta premissa comporta em si três novos, e mais válidos, motivos para a implementação do trabalho prático na Educação em Ciência: o ensino ou aprendizagem de uma abordagem académica de trabalhar como um cientista num processo cíclico na resolução de um problema, desenvolvendo competências de investigação; o ajudar os alunos a desenvolver competências

científicas necessários ao trabalho científico; o permitir aos alunos experienciar fenómenos e atingir o seu conhecimento tácito.

Wellington (1996), considera que os objectivos do trabalho prático em Ciência se podem traduzir em:

- Desenvolver competências: técnicas práticas, procedimentos, 'tácticas', estratégias de investigação, trabalhar com os outros, comunicar, resolver de problemas.
- Iluminar/ilustrar (conhecimento em 'primeira mão'): um evento, um fenómeno, um conceito, uma lei, um princípio, uma teoria.
- Motivar/estimular: entreter, despertar curiosidade, fomentar atitudes, desenvolver interesse, fascinar.
- Desafiar/confrontar: por exemplo, utilizando questões do tipo: 'E se...?', Predizer-Observar-Explicar, responder aos 'Porquês'.

Ainda segundo o mesmo autor, cada tipo de trabalho prático permite atingir um ou mais destes diferentes objectivos.

Podíamos enumerar listagens de objectivos de diversos autores. Optámos por referir Lopes que, com base em Jeffrey (1967), Shulman e Tamir (1973), Anderson (1976), Luneta e Tamir (1979), Hofstein e Lunetta (1980), Johnstone e Wham, (1982), Denny (1986), Lunetta (1991), entre outros, elabora uma listagem dos objectivos que considera que se podem desenvolver aquando da realização do que apelida de trabalho experimental:

Objectivos do trabalho experimental segundo Lopes (1995):

1 - Desenvolver no aluno capacidades e atitudes associadas à resolução de problemas em ciência, transferíveis para a vida quotidiana, tais como:

- definição de problemas;*
- espírito criativo, nomeadamente a formulação de hipóteses;*
- observação;*
- tomada de decisão acerca de: material; variáveis a controlar; procedimento, técnicas e segurança; organização e tratamento de dados, etc;*
- espírito crítico;*
- curiosidade;*
- responsabilidade;*
- autonomia e persistência.*

- 2 - Familiarizar os alunos com as teorias, natureza e metodologia da ciência e ainda a inter-relação Ciência-Tecnologia-Sociedade.*
- 3 - Levantar concepções alternativas do aluno e promover o conflito cognitivo com vista à sua mudança conceptual.*
- 4 - Desenvolver no aluno o gosto pela ciência, em geral, e pela disciplina e/ou conteúdos em particular.*
- 5 - Desenvolver no aluno capacidades psicomotoras, com vista à eficácia de execução e rigor técnico nas actividades realizadas.*
- 6 - Promover no aluno atitudes de segurança na execução de actividades de risco, transferíveis para a vida quotidiana.*
- 7 - Promover o conhecimento do aluno sobre material existente no laboratório e associá-lo às suas funções.*
- 8 - Proporcionar ao aluno a vivência de factos e fenómenos naturais.*
- 9 - Consciencializar o aluno para intervir, esclarecidamente, na resolução de problemas ecológicos/ambientais.*
- 10 - Promover a sociabilização do aluno (participação, comunicação, cooperação, respeito, entre outras) com vista à sua integração social.*

(p.49)

Lopes relaciona ainda os quatro tipos de trabalho experimental por ele enunciados, já descritos no quadro 2.1, com cada um destes dez objectivos. Conclui que cada tipo de trabalho experimental pode ajudar a atingir alguns objectivos. Mas, o formato que permite atingir uma maior diversidade de objectivos, é o trabalho experimental investigativo. É também aquele em que a interacção dominante é aluno/aluno e em que o aluno tem maior participação e autonomia, tendo a possibilidade de formular o problema, emitir as hipóteses, planificar a experiência, proceder à execução experimental, às observações, recolha, tratamento e interpretação dos dados e comunicação dos resultados.

Pelas perspectivas anteriormente apresentadas, verificámos existirem autores que consideram que o trabalho experimental pode ajudar na aprendizagem dos três componentes da Ciência. Por outro lado, outros crêem que este tipo de trabalho está mais vocacionado para a dimensão - fazer Ciência. Na verdade, não se pode esperar atingir todos os objectivos apontados ao trabalho experimental com um único tipo de actividade. Toda a actividade

experimental deve ser planeada. Cada tipo de trabalho experimental tem o(s) seu(s) objectivo(s). O professor deve escolher aquele que melhor sirva os propósitos que tem em mente para determinada aula.

2. O trabalho experimental de investigação

Neste trabalho interessa-nos, especialmente, descrever o trabalho experimental de investigação. Este pode assumir diferentes tipos, apresentando todos eles, no entanto, determinadas características comuns.

2.1. Tipos de investigação

O trabalho experimental de investigação pode revestir-se de diferentes formas. Uma investigação pode ser científica ou tecnológica (Woolnough, 1994; Frost, 1995); ter uma duração maior ou menor (Woolnough, 1994; Wellington, 1996); ser individual ou realizada em grupo; servir para testar hipóteses ou ser observacional (Woolnough, 1994); decorrer na sala de aula (laboratório) ou fora dela, ou em ambos os espaços; estar relacionada com um conteúdo específico ou não; pode envolver situações reais ou imaginárias; pode ou não ter uma resposta 'correcta' e pode ou não envolver uma actividade de resolução de problemas (Wellington, 1996). Wellington (1996) concebe uma tipologia sobre as investigações que se apresenta no quadro 2.2.

Podem existir diferentes graus de estrutura e orientação na realização deste tipo de trabalho experimental. A figura 2.2 mostra esses graus do trabalho de investigação. Os três eixos não são independentes. O primeiro, guiado pelo aluno ou pelo professor, indica um *continuum* desde um extremo, em que é o aluno a colocar as questões a investigar, e o outro, em que é o professor que escolhe, coloca e limita todas as questões. Diferentes trabalhos podem ser realizados ao longo deste eixo. O segundo eixo, de investigação aberta até fechada, mostra um *continuum* no qual uma investigação, ou uma actividade de resolução de problemas, possa ter uma única resposta 'correcta' e um único procedimento para atingir, ou, o outro extremo onde são aceitáveis muitas soluções, com vários caminhos possíveis. O terceiro eixo, vai de investigação não dirigida e não estruturada até à dirigida e estruturada. Num extremo, é dada ao aluno orientação ao longo de todo o processo investigativo, nomeadamente ao planear,

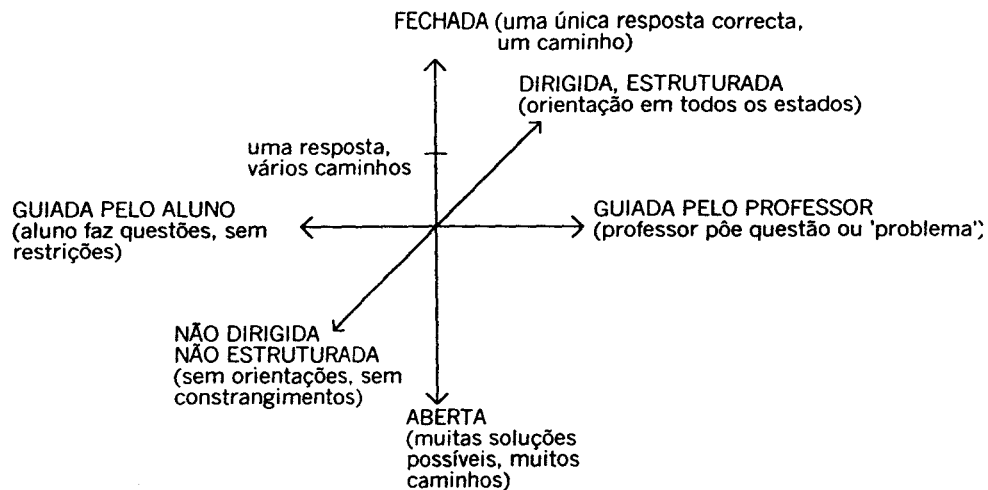
executar e ao avaliar. No outro extremo, não existe orientação, estrutura ou restrição. Na prática, nenhum dos extremos deve ocorrer.

Quadro 2.2 - Tipologia de investigações

Investigações do tipo 'qual?'	<ul style="list-style-type: none"> - Que factor afecta X?, - Que plano é melhor para...? - Que X (por exemplo, solo) é melhor para...?
Investigações do tipo 'o quê?'	<ul style="list-style-type: none"> - O que acontece se...? - Qual é a relação entre X e Y? (por exemplo temperatura e dissolução)
Investigações tipo 'como?'	<ul style="list-style-type: none"> - Como é que diferentes Xs afectam Y? - Como é que varia X com Y? - Como é que X afecta Y?
Investigações gerais (normalmente envolve recursos secundários, como livros, média, investigação e leitura extensivas)	<ul style="list-style-type: none"> - Um inquérito histórico ou local. - Um projecto de longa duração, por exemplo, sobre a qualidade do ar.
Actividades de resolução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Desenhar e construir, por exemplo um dispositivo de dessalinização. - Resolver um problema prático, por exemplo construir um sistema de alarme. - Simulações.

(Wellington, 1996, p.142)

Fig. 2.2 - Estruturação de uma investigação.



(Wellington, 1996, p.141)

Tamir, citado por Woolnough (1994), distingue as investigações pelo seu grau de abertura em várias etapas. Assim, criou para elas uma classificação (Quadro 2.3) consoante a etapa em que é o aluno a decidir.

Quadro 2.3 - Classificação das investigações segundo Tamir.

Investigações:	Problema	Procedimento	Solução
Tipo 1	*	*	*
Tipo 2	*	*	
Tipo 3	*		
Tipo 4			

* abertura da investigação

(p.53)

Será que poderemos considerar que estes tipos todos existem? Por exemplo, quanto ao que o autor classifica de tipo 4, em que não existe abertura, logo não existe autonomia por parte do aluno na formulação do problema, do procedimento e na procura da solução. Tratar-se-á esta actividade de uma investigação experimental?

2.2. Características do trabalho experimental de investigação

O factor chave para o sucesso de uma investigação é que esta deve focar um problema de genuíno interesse dos alunos, e deve ser-lhes dada responsabilidade pessoal pelo progresso e resultados do projecto. É característica dos projectos de investigação dos alunos, a grande abertura durante o seu desenvolvimento, em diferentes estados da investigação, nomeadamente na definição do problema, no plano e execução da investigação, e nas possíveis soluções para o problema (Woolnough, 1994; Tamir, citado por Woolnough, 1994).

O trabalho experimental de investigação é um trabalho *open-ended*, onde os alunos têm de tomar decisões por eles próprios e aprender que podem existir vários caminhos válidos de procedimentos (Frost, 1995). Neste tipo de trabalho mobilizam-se competências científicas, tais como: observar e explorar, levantar questões, propor formas de responder às questões, examinar, comparar, analisar, encontrar padrões nas observações, avaliar, classificar, aplicar ideias a novas situações, recolher informação, observar sistematicamente, usar criticamente e de forma lógica a evidência, comunicar em diferentes e apropriadas formas (Harlen 1985, 1992; Sheppard, 1993, citados por Griffin, 1998).

Considerando que os alunos são novos investigadores (Gil Pérez, 1993) uma actividade laboratorial, para se aproximar de uma investigação, necessita de possuir alguns aspectos da actividade científica tais como: apresentar aos alunos situações problemáticas abertas em problemas concretos e de adequado nível (zona de desenvolvimento potencial dos alunos); favorecer a reflexão dos alunos sobre o interesse da situação proposta, o que dá sentido ao estudo; potenciar as análises qualitativas, significativas, que ajudem a compreender e a formular perguntas operativas; emitir hipóteses, relacionadas com as concepções alternativas dos alunos; desenhar e planificar as actividades experimentais; analisar os resultados à luz do corpo de conhecimentos e das hipóteses, bem como dos resultados de outros investigadores (outros grupos de alunos); favorecer, à luz dos resultados as revisões dos processos, as hipóteses e mesmo a colocação do problema; prestar atenção aos conflitos entre os resultados e as concepções iniciais, facilitando assim a mudança conceptual; considerar outras perspectivas; integrar o que se considere a contribuição do estudo efectuado para a construção de um corpo coerente de conhecimentos e possíveis aplicações noutros campos do conhecimento; elaborar trabalhos escritos científicos, reflectindo sobre o trabalho realizado; potenciar a dimensão colectiva do trabalho científico, organização de grupos de trabalho e facilitar a interacção entre grupos.

Relacionadas com estas características, Gil Pérez (1999), aponta os seguintes objectivos para a realização de uma 'pequena investigação dirigida':

«- Reconocer problemas y utilizar estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la ciencia, en su resolución.

- Desarrollar la capacidad para realizar el diseño, experimental o no, que permita contrastar una hipótesis, así como de usar técnicas de observación necesarias en dicha contrastación (medida, recogida de datos y tabulación, construcción de gráficas etc.).

- Colaborar en la planificación y ejecución de trabajos en equipo con independencia de criterio, pero con respeto hacia los demás.

- Participar ordenada y activamente en los debates que se planteen (en cualquier momento del proceso y en la elaboración de las conclusiones finales del trabajo), con juicios propios razonados y argumentados, pero escuchando e respetando siempre las opiniones de los demás.

- Realizar los trabajos de laboratorio con orden, limpieza y seguridad.

- Tener una actitud científica e crítica ante la realidad.

- Elaborar informes escritos acerca de los resultados obtenidos, utilizando de forma correcta, tanto el lenguaje propio como el científico. se emplearán además con sencillez y claridad otros recursos, como son los dibujos, y el diseño de tablas y gráficas.»

(pp.209, 210)

Para além de, e como já referimos, se basear numa questão do interesse do aluno (apesar do professor fazer muitas vezes sugestões), um projecto de investigação normalmente tem as seguintes características: a motivação necessária pelo trabalho vem do aluno; o aluno tem considerável autonomia e independência; é de resposta aberta (não existe a resposta certa); precisa ser suficientemente difícil para constituir um desafio para o aluno; demora algum tempo e, segundo Woolnough (1994), não menos de uma semana, para existir reflexão e discussão; pode usar recursos exteriores à escola; normalmente envolve outros adultos além do professor; é ancorado no conhecimento que o aluno já possui e também na informação recolhida por pesquisa pessoal; existe um resultado, relatório ou artefacto, que é avaliado por uma audiência;

fornece um resultado satisfatório para o aluno. Estes são aspectos gerais, projectos específicos podem ter critérios específicos (Woolnough, 1994).

Resumindo, todo o trabalho experimental de investigação começa com um problema ou questão, que é real para o aluno. A questão pode surgir de um tópico que está a ser estudado ou do interesse dos alunos. Depois, o aluno tem necessidade de analisar os factores relevantes, criar e considerar várias ideias e linhas de orientação, seleccionar a melhor e planear a investigação. Enquanto se executa a investigação, são efectuadas observações e são sugeridas respostas para o problema. Isto conduz à avaliação da experiência e modificação da técnica se necessário. As descrições anteriores podem ser mal interpretadas. Na prática, muitos alunos sentem, tal como os cientistas, que este não é um processo linear mas interactivo e em evolução. Parece, o processo investigativo, ser uma progressão linear de uma para outra etapa, mas, os investigadores raramente seguem etapas de forma linear, sem necessidade de regressar às iniciais. É mais correcta uma visão circular como a proposta da *Assessment Performance Unit* em que existe *feedback* de uma etapa para a etapa seguinte (Frost, 1995), como é apresentada na figura 2.3.

Um modelo para orientar a realização das investigações pode dar a ideia de uma abordagem linear, mas deve ser considerado um ciclo como nos mostram as figuras 2.3 e 2.4 Esta abordagem está mais perto do mundo da 'Ciência real', e é também, o modo como muitas investigações devem decorrer na aula (Wellington, 1996). O autor sugere que os professores promovam este modelo nas aulas, apesar de não tentar pretender que qualquer modelo possa reflectir os complexos, imprevisíveis e algumas vezes erráticos caminhos nos quais, por vezes, se move a 'Ciência real'.

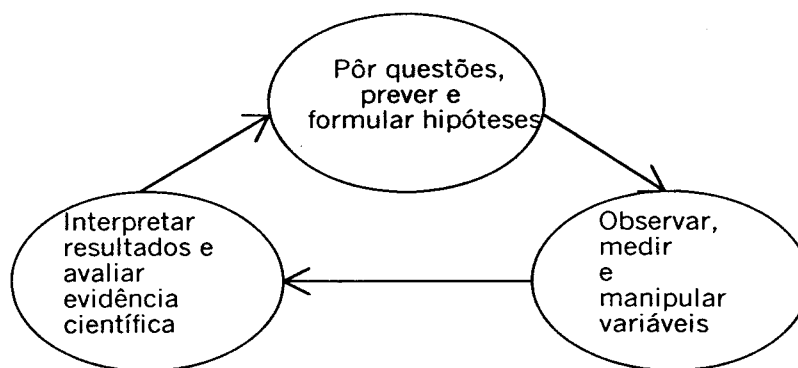
Ainda segundo Wellington, os alunos podem aprender sobre a natureza da Ciência, realizando investigações. Pode ser um espelho ou representação razoável de como trabalham os cientistas (autores há que não concordam). Nunca pode ser um modelo de procedimento científico, método ou prática que reflecte a 'Ciência real' em todas as suas formas dado que os cientistas têm, fazem e trabalham numa variedade de formas, em diferentes tempos e disciplinas e ainda por diversas razões. O autor questiona-se sobre se algum modelo consegue representar a forma de trabalhar dos cientistas. E, sugere que, talvez a resposta esteja em permitir a existência de vários modelos diferentes de investigação científica, os quais os alunos possam seguir nos laboratórios para diferentes tipos de trabalho.

Fig. 2.3 - Investigações: ciclo dos acontecimentos, APU



(Frost, 1995, p.68)

Fig. 2.4 - Processo cíclico de uma investigação científica



(*statutory guidance for science in the National Curriculum in Wellington, 1994 p.147*)

3. O trabalho experimental que se realiza hoje nas escolas

Ao longo do tempo muito se tem debatido sobre a natureza e propósitos do trabalho experimental de laboratório. Constata-se que vários autores consideram que muito desse trabalho é estéril (Woolnough, 1994), ineficaz, não traduz a actividade científica real e é inibitório de que muitos alunos sigam uma carreira científica (Woolnough, 1997). As actividades de laboratório nem sempre são realizadas da melhor forma. Muitas críticas se têm feito a este tipo de prática, baseando-se na pouca exigência das actividades propostas aos alunos. A maior parte dessas propostas permite manipulações, mas falta o desenvolvimento de elevadas competências de investigação como a formulação de questões e hipóteses, o desenho de experiências, entre outros. Raramente existe uma ligação entre a teoria e a prática. Os alunos seguem direcções, sem pensarem sobre a finalidade de como a experiência se relaciona com outra informação que aprenderam (Tamir e Rovira, 1992; Pickering, 1988 citado por White, 1996). Desta forma os alunos não são ensinados a pensar e as suas interpretações não são consideradas (Tinnesand e Chan, 1987 citado por Meyer e Carlisle, 1996). Como já referimos na - Importância do estudo - Barberá e Valdés (1996) fazendo uma metanálise observaram que a maioria dos autores conclui que no actual ensino das ciências o trabalho prático que se realiza é do tipo 'receita', para confirmar dados e teorias através da obtenção de resultados correctos. O professor não faz trabalho laboratorial ou, quando o faz, é parco, de rotina e não produtivo (Hodson, 1990; Woolnough, 1994). Utiliza-o para verificar ou

descobrir um princípio, uma teoria, medir uma propriedade, elucidar, verificar (Woolnough, 1994, 1997). Usa-se o laboratório unicamente como forma de ensinar conceitos, demonstrar conceitos ensinados nas aulas ou 'redescobrir' ideias e conceitos já conhecidos (Kirchner e Huisman, 1998). Hodson (1992), citado por Lopes (1994), explica que o insucesso na aprendizagem de Ciência se deve ao que se faz (ou fazia) através desse tipo de trabalho experimental em sala de aula. Assim aquele autor considera que:

- 1 - Os exercícios práticos são feitos sem qualquer base teórica;*
- 2 - Pretende-se que o concreto se torne abstracto;*
- 3 - O trabalho laboratorial de manuseamento é muito extenso (ocupa muito tempo da aula), o que leva a um tempo de contacto passageiro com o conteúdo em causa;*
- 4 - Muitas vezes, o conteúdo é fornecido pelo professor, deixando pouco espaço para o aluno construir o seu significado pessoal;*
- 5 - O trabalho laboratorial é visto como um meio de obtenção de informação ou dados meramente factuais;*
- 6 - Os alunos não são envolvidos no projecto e na planificação das investigações experimentais (é o professor que o faz) o que se traduz num trabalho com pouca utilidade do ponto de vista pedagógico;*
- 7 - Os alunos não só não possuem a teoria necessária e apropriada para a compreensão do que executam, como podem possuir outra teoria, diferente. Assim, vão proceder às observações no sítio errado e interpretá-las de forma incorrecta;*
- 8 - Existem experiências que apenas servem para distrair os alunos dos conceitos teóricos importantes envolvidos e para inibir o seu pensamento criativo (p.31).*

Critica-se ainda a abordagem do tipo 'receita' para ensinar os processos da Ciência (Woolnough e Allsop, 1985; Gardner e Gault, 1990, citados por Meyer e Carlisle, 1996). Com este tipo de trabalho laboratorial, realizado nas aulas de ciências, os alunos perdem oportunidades de aprender Ciência e podem perder o interesse pelo estudo da Ciência, dada a utilização incorrecta deste método de instrução (Hegarty-Hazel, 1990 citado por Reis 1996; White, 1996; Kirchner e Huisman, 1998).

Oliveira (1999) dá-nos conhecimento de um estudo internacional de natureza comparativa, realizado em 1997, que aponta para algumas tendências comuns, verificadas na Europa quanto à educação em Ciência. Entre elas, o facto de os jovens não estarem motivados para carreiras científicas e de que raramente é realizado trabalho experimental pelos próprios alunos de forma a promover uma compreensão da natureza e desenvolvimento do significado próprio do conhecimento científico. Talvez estes resultados se fiquem a dever ao tipo de práticas que se realizam.

No nosso país existem poucos estudos referentes a esta problemática. Os que existem mostram resultados análogos aos anteriormente descritos. Um estudo realizado em 48 escolas do distrito de Portalegre (Miguéns, 1990), a professores de ciências no 2ºCiclo Básico, então denominado de Ciclo Preparatório, mostra que os professores optam por realizar experimentações de descoberta guiada, em que os procedimentos são realizados pelos alunos, seguindo os passos indicados em fichas em direcção à 'resposta certa' e demonstrações pelo professor, não dando preferência à realização de investigações experimentais nem a trabalhos de campo. Também num estudo realizado a professores de ciências Físico-Químicas (Cachapuz et al., 1989), da resposta de 704 professores a um questionário, verificou-se que o trabalho experimental que realizavam é do tipo demonstrações para verificação de leis ou teorias, centrando-se basicamente no professor. Mais recentemente um estudo, realizado em 27 escolas do distrito de Aveiro (Silva, 1999), administrando um inquérito a 750 alunos que iam iniciar o 10º ano de escolaridade, no agrupamento 1, científico-naturais, mostrou que, a maioria (56%) dos alunos afirma não ter realizado trabalho experimental no Ensino Básico. E, dos alunos que o realizaram, parte afirma que o consideraram útil para aprender 'matéria', outros para resolver problemas e existiu ainda um pequeno número de alunos que consideraram as aulas experimentais realizadas confusas e/ou complicadas, mesmo uma perda de tempo por não terem aprendido nada com elas. No mesmo estudo foram analisadas vinte e quatro fichas de actividades laboratoriais propostas por oito diferentes manuais, da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, Bloco I, que corresponde ao 10º ano de escolaridade, tendo a autora verificado que vinte e três em vinte e quatro fichas são do tipo, designado pela autora, 'tradicional'. Na sua maioria o objectivo geral que lhes está associado não é explicitamente referido. As observações surgem primeiro, e o aluno terá, segundo a autora, que utilizar os seus próprios conhecimentos ou recorrer a outras fontes de informação para propor uma explicação. Quanto ao grau de abertura, à excepção de duas actividades investigativas, as restantes seguem um protocolo escrito que não deixa, ao aluno, liberdade para tomar decisões.

Por tudo o que foi referido é urgente reformular o tipo de trabalho experimental realizado nas escolas. As recentes contribuições da Ciência 'real' e as novas investigações sobre as percepções dos professores sobre a natureza da Ciência vêm reforçar esta necessidade de reformulação (Not et al., 1996). Muitas vezes os professores têm perspectivas empiristas-indutivistas sobre a Ciência e o seu modo de produção, o que se reflecte nas aulas com a realização de actividades experimentais fechadas, organizadas e estruturadas pelo professor, como mostra o estudo realizado por Almeida (1995). As actividades propostas pelos professores aos seus alunos seguem um processo que se caracteriza *«por ter uma natureza estática e uma estrutura sequencial de etapas bem definidas e hierarquicamente organizadas»* (Almeida, 1995, p.258).

O trabalho experimental tem sido uma distorção da actividade científica real demasiado estruturado para descobrir a 'resposta certa'. Muito do trabalho experimental realizado na escola pouco tem a ver com a prática dos cientistas, sendo mais uma série de exercícios restritivos realizados num laboratório de ciências. Trabalho que é normalmente fechado, convergente e monótono. Esta prática baseia-se numa concepção de Ciência como um meio de adquirir conhecimento, o processo da Ciência a conduzir ao conhecimento certo (Hodson e Bencze, 1998). Os meios são subservientes aos fins. Subjacente, está a filosofia de que 'saber é mais importante do que fazer' (Woolnough e Allsop, 1985). Na escola, o ensino da Ciência ainda se faz como se a prática científica fosse indutiva. Ensinam-se os métodos da Ciência, começando com a observação, depois a formulação da hipótese, a previsão e os testes (Millar, 1993). Esta visão é muito criticada (Millar e Driver, 1987, Wellington, 1989), pois não traduz a verdadeira forma de trabalhar dos cientistas, nem existe evidência de que os processos e competências sejam transferíveis. Esta prática recebe críticas contundentes e está desacreditada, mas está longe de ser erradicada (Millar e Driver, 1987). Nos finais dos anos 80, começa a ter-se em conta que a construção de conhecimento científico tem exigências metodológicas e epistemológicas, às quais é necessário prestar atenção. Isto proporcionou um novo sentido e interesse sobre o trabalho experimental que é agora visto como instrumento de familiarização dos alunos com as estratégias do trabalho científico, e que, exige uma transformação das práticas de modo a que deixem de ser meros exercícios de aplicação ou ilustração dos conhecimentos transmitidos e passem a constituir situações problemáticas abertas, capazes de favorecer uma actividade investigadora dos alunos, convenientemente orientada pelo professor (Gil Pérez et al., 1991; Wheatley, 1991; Hodson, 1992; Gil Pérez, 1994).

Qualquer estratégia só é efectiva se for a mais adequada ao objectivo que se quer atingir. Assim, no caso dos alunos mais velhos e que se encontram numa idade em que prezam a sua individualidade, exercícios muito estruturados levam à perda de interesse. Os alunos gostam do desafio cognitivo (não exageradamente difícil), de fazer uma experiência adequada (com um objectivo claro), e de terem suficiente controlo e independência (Watts e Ebbutt, 1988; Bliss, 1990; Ebenezer e Zoller, 1993, citados por Hodson, 1994). Hodson e Reid (1988), citados por White (1996), consideram que: *«It is little wonder that adolescents turn away from science when, at the very time in their lives when they are struggling to establish their individuality, they are often required to engage in laboratory exercises instead of conducting their own investigations.»* (p.822).

Deve promover-se o trabalho experimental como instrumento de ensino/aprendizagem. Mas para desenvolver a capacidade de resolver problemas, o raciocínio e o pensamento criativo dos alunos, torna-se necessário permitir-lhes realizar e avaliar investigações por eles sugeridas e planeadas. Actividades do tipo 'receita' não se adequam ao desenvolvimento destas capacidades. As actividades de laboratório *«não deverão ter mais um carácter mecânico e confirmatório e efectuado de acordo com um protocolo faseado e tipo receituário, mas antes, surgirem como uma procura de resposta a uma questão formulada permitindo a identificação de um conjunto de conceitos relevantes»* (Praia, 1999). O trabalho laboratorial deve tratar de problemas reais (White, 1996), deve-se também reduzir o tempo gasto em montagem de material e pesagens, tarefas menos significativas e deixar tempo para a parte conceptualmente significativa das actividades (Hodson, 1994). Segundo Woolnough (1994), felizmente alguns professores têm encorajado os alunos a realizar trabalho de projecto de natureza investigativa, porque acreditam que é mais representativo da Ciência 'real' e consequentemente produz trabalho científico de alta qualidade pelos alunos.

CAP. 3 - O TRABALHO EXPERIMENTAL DE INVESTIGAÇÃO NA APRENDIZAGEM DA CIÊNCIA

Atendendo às suas características, o trabalho experimental de investigação é uma estratégia de ensino/aprendizagem a que o professor de ciências deve recorrer. Se realizado, pode ter um papel importante na aprendizagem da Ciência e na aprendizagem em geral.

1. Trabalho experimental de investigação - uma estratégia de ensino/aprendizagem

Tradicionalmente, no ensino das ciências tem-se dado ênfase à aquisição de conhecimentos, contudo, na década de 80, passou a dar-se ênfase aos processos. Se bem que é verdade que na realização de alguns trabalhos experimentais são necessárias competências práticas, como a observação, medição, estimação e manipulação, outros há, que podem necessitar de técnicas experimentais apropriadas, sendo pois necessário familiarizar o aluno com elas. Além dessas competências, são ainda requeridas técnicas necessárias para planejar, executar e interpretar os resultados das experiências. Todas estas competências são importantes e devem ser conscientemente desenvolvidos através do trabalho experimental. Contudo, este objectivo do trabalho experimental deve ser subserviente ao de desenvolver todo o processo de resolver problemas, realizando investigações (Woolnough, 1994). É necessário um enfoque mais holístico do trabalho prático no ensino das ciências. Um ensino efectivo das ciências necessita do ensino do conteúdo e do ensino do processo, «*Knowledge without action is sterile; doing science without knowledge is trivial*» (Woolnough, 1994, p.54). Ou, como referem Praia e Marques (1998), «*A riqueza heurística do trabalho de laboratório está, justamente, na interacção teoria e prática, como elementos que sendo indissociáveis são explicativos dos fenómenos e da complexidade que os atravessa*» (p. 6).

Por vezes, confunde-se o ensino das ciências como investigação (currículo que enfatiza os processos da Ciência) e o ensino da Ciência por investigação (usar os processos da Ciência para aprender Ciência) (Kirschner, 1992). É diferente o ensino/aprendizagem da Ciência e fazer Ciência. Educadores e inovadores do currículo crêem que a forma como a Ciência é feita é a melhor forma de aprender Ciência, mas temos que ter consciência que alunos e cientistas são diferentes. Deanna Khun (1988) citada por Sá (1996) advoga que:

«A metáfora da criança como um cientista é (...) correcta num sentido, mas não o é noutro sentido. É correcta no sentido em que T. Kuhn caracteriza o pensamento científico como uma sucessão de teorias que se substituem umas às outras. Os nossos resultados sugerem, contudo, que a metáfora da criança com um cientista no sentido de um cientista intuitivo com o mesmo conjunto de competências e conceitos que o cientista, é ilusória» (p.56)

Nós, concordamos com Lopes (1994) quando este afirma:

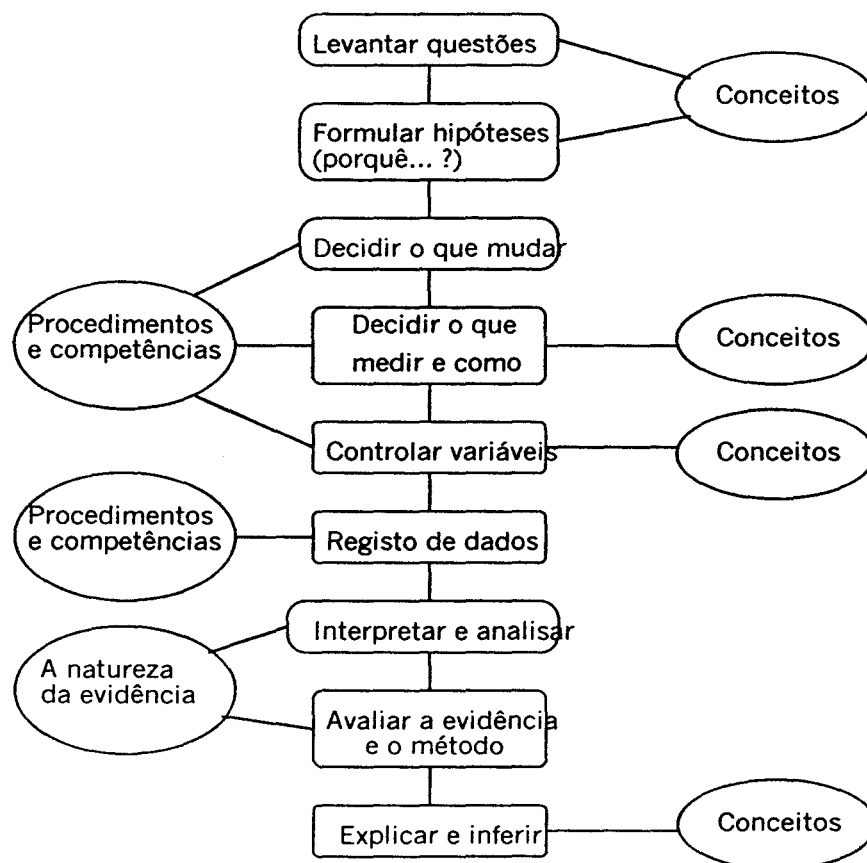
«Não temos como objectivo imitar os cientistas ou fazer dos alunos pequenos cientistas (...) na descoberta 'genuína' do porquê (teoria). Centramo-nos na descoberta do como (processos e consequentes capacidades) e do quê (observação de factos e fenómenos). Deste modo, pretendemos proporcionar no aluno o desenvolvimento de capacidades e atitudes transferíveis para a vida real» (p.99)

Existe hoje um consenso crescente em torno de um modelo de ensino/aprendizagem da Ciência como investigação (Gil Pérez, 1993). Conceber a aprendizagem como o resultado de uma investigação dirigida a partir do tratamento de problemas que possam interessar aos alunos. (Gil Pérez, 1994, 1993). Para isso, a História e a Filosofia da Ciência têm dado relevantes contributos. Torna-se necessária a transformação do ensino das ciências que se vem realizando nas nossas escolas. Há necessidade de desenvolver estratégias de ensino para aprender Ciência por investigação, colocando situações problemáticas que criem interesse aos alunos, fazendo o estudo qualitativo dessas situações, orientando e tratando cientificamente o problema (formular hipóteses, elaborar estratégias de resolução, analisar resultados, comparar com outros - conflito cognitivo), colocando os conhecimentos em novas situações. Desta forma a aprendizagem da Ciência é concebida não como simples mudança conceptual, sim como mudança ao mesmo tempo conceptual, metodológica e atitudinal. Trata-se de uma estratégia radicalmente construtivista em que existe a participação efectiva do aluno na construção dos conhecimentos e não simples reconstrução subjectiva dos conhecimentos proporcionados pelos professores e livros. Nesta orientação investigativa do ensino das ciências prima o trabalho experimental. A mensagem é de encorajar professores a desenvolverem na sala de aula uma Ciência prática, não monótona, através da realização de investigação científica (Woolnough, 1994).

Os alunos compreenderem a Ciência, como a Ciência é feita, sendo envolvidos em fazê-la, são componentes essenciais dum programa de aprendizagem (Asoko et al., 1993; Black, 1993; Hodson, 1994). Isto envolve três aspectos principais: o aluno tem que aprender os principais conceitos o que vai requer que se passe mais tempo da aula trabalhando em cada ideia, reduzindo a gama de conceitos (Scott et al., 1992); o aluno deve ser capaz de usar as principais competências científicas (tais como observação, medição, fazer generalizações,

formular hipóteses, planejar testes correctos, desenhar experiências, analisar dados e interpretar resultados). Todas estas competências devem ser incluídas, mas não é possível a compreensão isolada de uma ou outra. Assim, somos levados ao terceiro aspecto, onde o aluno deve ganhar experiência pessoal em trabalhar com a interacção dos conceitos e competências, em planejar, desenhar, realizar e interpretar os seus próprios experimentos. Só através desta actividade, os alunos, podem desenvolver uma autêntica compreensão do que envolve fazer Ciência. O esquema da figura 3.1 mostra que, em cada etapa de uma investigação experimental, existe a necessidade de compreensão conceptual e processual e de competências práticas por parte do aluno

Fig. 3.1 - Estados de uma investigação - necessidades de compreensão conceptual e processual e de competências práticas.



Origem: *Exploration of Science Team to the National Curriculum Council* (Foulds, Gott e Feasey, 1991, citados por Frost, 1995, p.94).

Considera ainda Black (1993) que a própria experiência em investigar algumas ideias e fenómenos ajudam o aluno a compreender a forma como outros chegaram a novas ideias através de investigação científica. Os três aspectos acima referidos, e de uma forma interconectada, devem ser o principal veículo para atingir alguns dos objectivos principais, mas outras actividades são necessárias. A escolha da actividade experimental depende dos objectivos e também dos conceitos a serem estudados, dos alunos e de factores práticos como o tempo, os espaços e os recursos. O ensino eficaz existe quando se usa uma variedade equilibrada de diferentes actividades numa gama de contextos (Ramsden e Harrison, 1993). Nessas actividades não são passos determinados e sim a riqueza do trabalho científico, que deve de estar presente em todo o ensino das ciências e não só nas práticas (Gil Pérez, 1993). Talvez a falta de atractivo das práticas se deva à orientação que habitualmente se lhes dá.

Até aqui, e no que se refere ao trabalho experimental de investigação como estratégia de ensino/aprendizagem, podemos concluir que ao realizar este tipo de trabalho ajudamos os alunos a aprender Ciência, permitindo-lhes o confronto da ideia 'velha' que possuíam com a nova evidência. Permite, também, a compreensão da natureza da Ciência, como foi abordado ao descrevermos as características deste tipo de trabalho experimental. Numa investigação os alunos seguem as suas próprias linhas de indagação, o que lhes permitirá tomar conhecimento que fazer Ciência, não depende exclusivamente da teoria, como também da prática e que não existe um só método de fazer Ciência. Como sustentam Martins e Veiga (1999), *«trabalhar na compreensão de situações problemáticas, para as quais não temos resposta imediata, oferecerá uma perspectiva muito mais real do carácter, do progresso e dos processos da Ciência.»* (p.35). A natureza de cada método depende das condições particulares e idiossincrásicas, entre as quais o objecto concreto de estudo, o conhecimento teórico prévio sobre ele, a tradição investigadora e os meios técnicos disponíveis (Barberá e Valdés, 1996). Fazer Ciência é uma tarefa idiossincrásica, não previsível, pouco ordenada, dependente de maneira crucial do conhecimento tácito do praticante, em que a rigidez destrói a essência criativa (Toh e Woolnough, 1993; Wolpert, 1993; Kimbell, 1991, citados por Barberá e Valdés, 1996). Numa investigação a abordagem deve ser *open-ended*, divergente, sem respostas certas, dando liberdade à utilização do pensamento aberto.

A existência, ao longo da realização das investigações experimentais, da interacção conteúdo e processos, permite ao aluno relacionar a teoria com a prática, compreender a natureza da actividade científica e compreender melhor os conceitos científicos. Permite ainda a mobilização e treino de competências científicas, o que acabará por se traduzir no seu

desenvolvimento. Numa investigação experimental os alunos partem de um problema e *«a resolução de problemas (RP) na construção de um currículo de Ciências é de importância fundamental, por permitir desenvolver não só conhecimento conceptual, mas também conhecimento processual e competências que, muitas vezes, os cidadãos têm de mobilizar quando enfrentam problemas no seu quotidiano (seleccionar, prever, recolher informação, planejar, formular hipóteses, controlar variáveis...)»* (Martins e Veiga, 1999).

O envolvimento do alunos em investigações abertas pode contribuir para o desenvolvimento de competências de investigação (Frost, 1995; Kirchner e Huisman, 1998). Para Wellington (1996), a realização de trabalho investigacional permite o desenvolvimento de competências e técnicas que se podem treinar. Pode, segundo este autor, ensinar-se aos alunos como ler vários instrumentos de medida. Num nível ligeiramente superior pode ensinar-se aos alunos a importância da precisão, as limitações de certos instrumentos de medida bem como a necessidade de repetir medições. Os alunos podem também aprender a identificar e controlar variáveis e adquirir a noção de *fair test*.

Quando falamos de treino de competências, não se trata de um treino das competências ou processos isolados, mas sim no todo da investigação. A própria natureza da actividade científica recomenda uma abordagem holística (Qualter et al., 1990, citados por Sá, 1998). Harlen (1978, 1992) citado por Sá (1996, p.185; 1998, p.168), sustenta que, apesar da actividade científica ser encarada como um todo, há conveniência em analisar esse todo complexo para uma melhor compreensão do que é a investigação. Por isso afirma que, *«quando, por exemplo, queremos encorajar o poder de observação, ou a competência de identificar variáveis, fazemo-lo não fornecendo exercícios específicos de tais competências de processo mas usando a observação e procurando variáveis como parte de uma investigação»*.

Torna-se, agora, necessário definir alguns dos conceitos, nomeadamente o de competência e capacidade. Assim, capacidade e competência são termos utilizados com sentido correspondente ao do termo inglês *skill*. Capacidade com o significado de aptidão (*ability* e *aptitude* que *The international Encyclopedia of Education*, 1995, refere serem usadas como sinónimos), como 'potencial' de um indivíduo para..., para realizar determinada tarefa,...para aprender, etc. Se o indivíduo possui a capacidade de (...), o indivíduo possui, em si, esse potencial para (...). Usa-se o conceito competência, quando nos referimos a determinado comportamento, operação ou procedimento que o indivíduo manifesta.

«As competências são conjuntos de saberes e qualidades postas em acção em situações concretas, e estão ligadas a toda a formação do sujeito... A competência é resultante de um processo dinâmico, é forjada pelo tempo, ao longo de um percurso feito de experiência, de projectos e de práticas, de estudos e de actividades, por aspectos operacionais, afectivos e intelectuais. Surge como uma potencialidade individual que se pode traduzir num desempenho».

(Pires, 1995, p.62)

Neste contexto as competências ensinam-se, 'treinam-se'. As capacidades desenvolvem-se. Pela aprendizagem de competências de (...), pode adquirir-se ou desenvolver-se a capacidade de (...). Parte-se da convicção, apoiada por vasta literatura, que é possível ajudar os alunos, a crescer nas suas capacidades.

Como refere Millar (1989), existem várias terminologias: competências (*skills*), processos científicos (*science processes*), competências de processo (*process skills*), mas existem características comuns. Mais importante que a questão das terminologias é segundo Fairbrother (1989), decidir que existem 'coisas' que queremos que os alunos façam, pois estamos a lidar com acções. Podemos chamar-lhes competências micro ou macro, o professor deve é dar suficientes oportunidades para que os alunos as desenvolvam.

Capacidades científicas (observar, formular e testar hipóteses, entre outras) são um exemplo de capacidades cognitivas específicas, aquelas que são necessárias, de modo especial, para operar em determinado campo, (Marzano, 1988). Competências de processo em Ciência são para Harlen (1983), qualquer processo cognitivo que envolva interacção com conteúdo. A mesma autora (1988) e Fairbrother (1989) citados por Sá (1998), vêm definir competência de processo como a capacidade de executar operações mentais e acções físicas que podem ser desenvolvidas com a experiência. Para Millar (1991), citado por Woolnough (1994), muitos dos processos usados pelo cientista, tais como planear, formular hipóteses, observar, medir, inferir e relatar, são na verdade competências gerais da vida e muito dependentes do contexto e só se transformam em processos científicos quando situados no contexto de uma actividade científica e interpretados à luz do conhecimento científico. Também, para Selley (1989), os processos mais intelectuais da Ciência acima referidos dependem do conhecimento e do contexto. Assim, os processos da Ciência só podem ser desenvolvidos ao lado de compreensão científica e no contexto de realização de uma actividade científica, tal como uma investigação (Woolnough, 1994). No *National Curriculum for England and Wales* (1992) pode ler-se:

«Pupils should develop the intellectual and practical skills which allow them to explore and investigate the world of science and develop a fuller understanding of scientific phenomena, the nature of the theories explaining these and the procedures of scientific investigations. This should take place through activities that require a progressively more systematic and quantified approach which develops and draws upon an increasing knowledge and understanding of science. The activities should encourage the ability to plan and carry out investigations in which pupils:

- i) ask questions, predict and hypothesise;*
- ii) observe, measure and manipulate variables;*
- iii) interpret their results and evaluate scientific evidence.»*

(Woolnough, 1994, p.18)

Mais uma vez surge o dicotomia conteúdo/processo. Quando se ensina Ciência, devemos nos preocupar, quer com os conteúdos, quer com os processos, procurando introduzir os alunos no conhecimento científico e também, segundo (Woolnough e Allsop, 1985), familiarizá-los com a forma como trabalha um cientista que resolve problemas, para que eles desenvolvam esses hábitos e os utilizem nas suas vidas. Esta perspectiva remete-nos para o ponto seguinte, as potencialidades que encerra o trabalho experimental de investigação, para além do seu papel na aprendizagem da Ciência, na aprendizagem em geral.

2. Potencialidades do trabalho experimental de investigação

O trabalho experimental de investigação é importante na aprendizagem da Ciência nas suas diferentes dimensões (fazer e aprender Ciência e compreender a sua natureza). Para além disto, o desenvolvimento das competências, dos processos de investigação aí mobilizados, é um fim em si mesmo, pois permite o desenvolvimento do pensamento, aspecto que iremos abordar mais aprofundadamente no próximo ponto. Permite, também, o desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas.

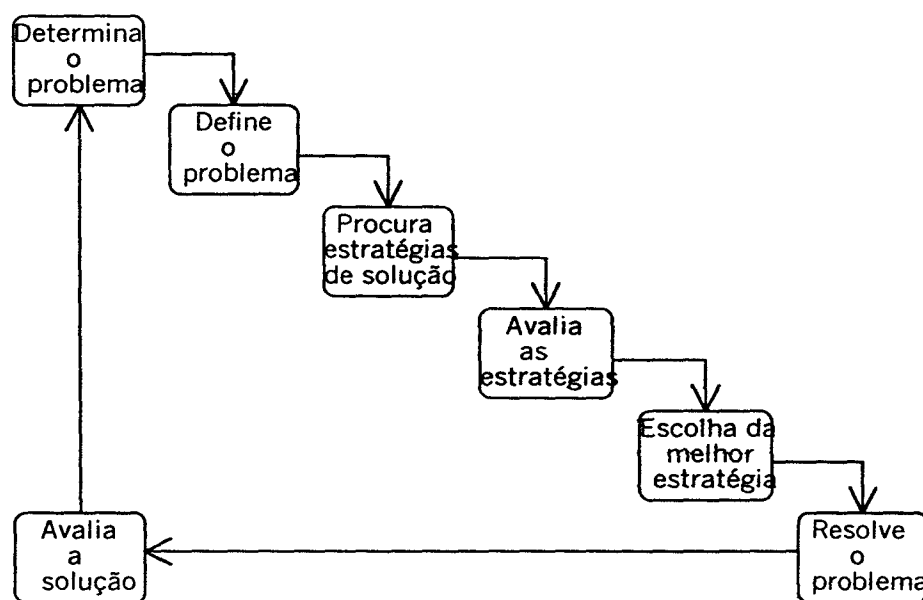
Parte importante na evolução da Ciência e sua aprendizagem é a criatividade e a resolução de problemas. Para que tal aconteça é necessário fornecer um conteúdo base, que pode ser ensinado, mas que não é condição suficiente para a resolução criativa de problemas, ou mesmo para tomar decisões em circunstâncias controversas. Para Gott e Duggan (1996), é necessário

para além de um conhecimento conceptual, a existência de um conhecimento base relacionado com a evidência, para o qual o trabalho experimental é o mais apropriado. O ensino/aprendizagem do conhecimento base relacionado com a evidência necessita de competências simples, que podem ser ensinadas através de qualquer actividade prática. É, também, necessária a compreensão e aplicação dos conceitos de evidência, o que requer um elevado nível de compreensão para a apreciação da tarefa como um todo. Aqui têm vantagem as investigações abertas e os trabalhos de projecto, porque permitem aos alunos levarem a cabo todas as fases da tarefa investigativa com autonomia, de porem em prática o seu conhecimento conceptual e aplicarem ideias sobre a evidência. A investigação permite ver os impactos dos conceitos de evidência nos dados que vai obter, seguida de uma discussão pela classe. Explorações ou trabalho de projecto também deixam ao aluno autonomia para seguir as suas próprias ideias e estruturar o seu próprio trabalho experimental. No que se refere à síntese das competências e conceitos de evidência, estes autores consideram que parecem difíceis de adquirir a não ser através de trabalho experimental *open-ended*, ou de simulações de computador, onde os alunos têm o controlo da actividade. A recolha de dados é da sua responsabilidade e vai encorajar o pensamento crítico sobre a validade e a fidelidade da evidência. A capacidade de sintetizar todas estas ideias numa possível estratégia de trabalho para resolver um problema prático é o ingrediente chave da literacia científica (Gott e Duggan, 1996).

Para Kirschner (1992), o trabalho experimental é mais adequado para desenvolver competências do que para ilustrar conceitos. Um importante, se não o mais importante objectivo da educação, é desenvolver competências que levem ao conhecimento. O objectivo das práticas deve ser envolver o aluno no uso de procedimentos e estratégias lógicas, demonstrar as implicações das teorias e leis científicas, fornecer experiência em saber colocar questões sobre a natureza, fornecer a prática de reconhecer regularidades, simetrias, diversidade, e traços comuns entre observações. Em geral o objectivo é ajudar o aluno nos dados, a impor ordem intelectual, as competências devem ser mais intelectuais do que manipulativos desenvolvendo o pensamento científico. Na organização curricular as actividades da aula e as práticas são complementares e não se distinguem para a aprendizagem da Ciência. A prática desenvolve competências específicas por exemplo de discriminação, de observação, de medição, de estimação, de manipulação, de planeamento, de execução e de interpretação. A prática não é subserviente à teoria, mas complementar. Os cientistas resolvem

problemas, os seus métodos de trabalho incluem competências como detectar o problema, defini-lo, procurar soluções alternativas, avaliá-las, seleccionar a melhor estratégia, resolver o problema, avaliar a solução e, se necessário, recomeçar novamente o ciclo com um novo problema (figura 3.2). A prática é adequada para uma 'abordagem académica' no trabalho de investigação onde os alunos podem treinar essas competências. Cada etapa da figura pressupõe que o aluno já possui conhecimento, inclusive de métodos e técnicas. A prática confere aos alunos a oportunidade de aprender a investigar e a resolver problemas. Permite-lhes, ainda, experienciar os fenómenos e adquirir conhecimento tácito, bem como articular competências e conhecimento tácito (Kirchner, 1992; Kirchner e Huisman, 1998).

Fig. 3.2 - Método de resolução de problemas comum aos cientistas e aos académicos (processo cíclico).



Kirchner e Huisman (1998)

Para Kirchner (1992) as práticas são parte essencial do currículo da Ciência. O que se pode discutir é o motivo para o seu uso. Não são próprias para o ensino/aprendizagem do conhecimento substantivo, sendo sim apropriadas para o ensino/aprendizagem da estrutura sintáctica do domínio científico.

Para Woolnough e Allsop (1985), assim como a resolução de problemas está no cerne da abordagem do trabalho do cientista, as investigações devem estar no cerne do trabalho prático realizado pelos alunos. As investigações são concebidas para desenvolver competências nos alunos, que os leve a trabalhar na resolução de problemas. Estes autores vêem a Ciência essencialmente como uma actividade de resolução de problemas, mas não acreditam que isso possa ser obtido através da aprendizagem académica e da compreensão de uma massa de conceitos fundamentais (não concordam com aprendizagem de conceitos para depois aplicar na resolução de problemas). No trabalho prático de investigação, o professor deve desenvolver nos alunos o hábito de resolver problemas e conseguir obter conhecimento tácito e confiança para o usar em áreas de interesse científico. O professor deve encorajar os alunos a explorar e investigar o mundo cientificamente. Depois, com esse conhecimento tácito de várias áreas do meio e com a aquisição de competências e hábitos de inquirir sobre o mundo cientificamente, o aluno pode concentrar-se melhor nos conceitos e conteúdos da Ciência. Muito deste trabalho deve ser feito num contexto não prático através de discussão, debate e aplicação. Como referem Praia e Marques (1998), *«o trabalho de laboratório desenvolvido pelos estudantes, ainda que muito distante do trabalho experimental realizado pelos investigadores, não pode deixar de ser problematizador e questionador, enquadrando-se, desta forma, bem mais num processo reflexivo do que de saber fazer»* (p.6).

O trabalho laboratorial deve tratar de problemas reais, problemas verdadeiros, pois motiva e envolve mais os alunos na aprendizagem da Ciência e tem a vantagem de mostrar que a Ciência está directamente envolvida na vida das pessoas (Watts, 1994, citado por White, 1996). Os problemas requerem respostas, mas, para que a tarefa seja motivante, a resposta não deve ser conhecida de antemão. Se apenas se realizarem verificações, a Ciência é percebida pelo aluno como rígida, e a resposta como única, em vez de provocar uma dinâmica interpretação dos fenómenos.

Como já anteriormente ficou referido, são raras as investigações abertas que partem de problemas de interesse real dos alunos na educação em Ciência (Nott, Hallam e Wellinton, 1996). No entanto, independentemente dos alunos seguirem uma carreira na Ciência ou outra, este tipo de investigação é importante pois desenvolve-lhes competências como as de resolução de problemas, pessoais e de comunicação. Existem vantagens em trabalhar em pares ou em grupos num tema comum, dado que a interacção e o *feedback* entre alunos pode ser muito construtivo. O trabalho experimental de investigação permite desenvolver nos alunos

originalidade, criatividade, independência e ocasionalmente ajudam a desenvolver aspectos afectivos como o de autoconfiança, de perseverança e de compromisso, que são importantes na educação geral (Woolnough, 1994).

Também, Oliveira (1999), considera que a realização de investigações apresenta, para além de componentes directamente ligadas à Ciência, componentes de desenvolvimento global como:

«O desenvolvimento de competências cognitivas de resolução de problemas, de pensamento crítico, de criatividade, de tomada de decisões, de análise e de aplicação de conhecimentos e procedimentos a situações novas e de atitudes como a curiosidade, o interesse, o rigor, a perseverança, a autonomia, a responsabilidade, a autoconfiança, a negociação e a colaboração» (p.11,12)

Relativamente ao papel das investigações experimentais na aprendizagem da Ciência esta autora sustenta que:

«Apresenta uma dimensão tripla cujas componentes se interpenetram:

- 1) actividades para o desenvolvimento do aluno permitindo-lhes observar, experimentar, seleccionar e organizar informação e dados, manipular materiais, relacionar, fazer conjecturas, argumentar, inferir conclusões, comunicar e avaliar;*
- 2) actividades não só para o desenvolvimento de conceitos científicos e da sua aplicação, mas também para a aquisição e construção de novos significados do conhecimento científico factual e processual;*
- 3) actividades para ajudar os alunos a compreender a natureza da Ciência e dos objectivos da investigação em Ciência, o papel de experimentação e de evidência na construção do conhecimento, envolvendo-os em processos investigativos de modo a construirem um conhecimento alargado da Ciência, desenvolvendo uma cultura científica»(p.11)*

À pergunta - Porquê realizar investigações? responde Wellington (1996) que a realização do trabalho investigacional nas aulas permite desenvolver nos alunos uma compreensão dos

procedimentos da Ciência bem como a aquisição de um *kitbag* mais específico de competências e técnicas, que podem ser treinadas, como já anteriormente referimos. Além destas acrescenta as seguintes razões: é um trabalho motivador, podendo motivar a aprendizagem do conteúdo; agradável, podendo influenciar na escolha de uma carreira científica; permite o trabalho em grupo e desenvolve a cooperação. Mas, para este autor, o principal objectivo do trabalho experimental de investigação deve ser encorajar ou mesmo inculcar um modelo geral de 'trabalho investigacional', ou seja, desenvolver um padrão ou modelo para *tackling* investigações e problemas. O professor deve oferecer a hipótese dos alunos realizarem investigações interessantes, muitas vezes em contextos do dia a dia, devem, também, gastar tempo nos aspectos gerais de cada tarefa. O que estão os alunos a fazer e porquê? Que tipo de variáveis estão a controlar? Que limites têm estas experiências e outras do género? Segundo, Wellington (1996), só controlando os aspectos da estrutura geral de cada tarefa específica se desenvolverá o referido modelo, que deverá ser transferido para outros contextos e outras tarefas, incluindo mesmo alguns fora das aulas de ciências. Nesta perspectiva, os alunos devem também aprender algo sobre a natureza, finalidade e limitações da própria Ciência.

Ainda relativamente às potencialidades que apresenta o trabalho experimental de investigação, citamos Miguéns (1999) que afirma que, dado que as investigações permitem aos alunos o desenvolvimento do conhecimento procedimental e, sendo este

«Visto como um caminho central para a construção do conhecimento e, portanto, para a aprendizagem. A aprendizagem das competências para investigar é, assim, parte integrante do "aprender a aprender". Compreender como se concebem, planeiam e avaliam investigações em ciência e desenvolver competências investigativas e de resolução de problemas são passos decisivos para se promoverem melhores e mais significativas aprendizagens futuras.» (p.9)

Conclui-se, portanto, que, na opinião de diversos autores, o trabalho experimental de investigação pode ser motivante, conduzir a uma aprendizagem da Ciência nos seus distintos componentes, desenvolver a capacidade de aprender a aprender e promover o desenvolvimento de competências não técnicas. Na literatura verifica-se que estas competências são denominadas e caracterizadas de diferentes formas por diferentes autores. Existe, no entanto,

um denominador comum: *«trata-se de um conjunto de competências não especificamente técnicas, do foro pessoal e relacional dos indivíduos»* (Pires, 1994). Pires, Alves e Oliveira (1998), dão-nos conta da grande diversidade de tipologias e terminologias: competências transversais ou genéricas (MacBer, 1987); atitudes de auto-formação (Nyhan, 1989); *soft Skills* (Eurotecnet, 1989); competências de terceira dimensão (Aubrun e Orofiamma, 1990); *core skills* (National Council for Vocational Qualification) e qualificações-chave (Zolingen, 1995). Segundo as mesmas autoras, apesar das diferentes designações, referem-se ao mesmo domínio, ou a domínios próximos de competências. No nosso trabalho optámos pela designação de competências transversais. Falamos de competências tais como: espírito de iniciativa, perseverança, criatividade, sentido de organização, autoconfiança, autonomia, responsabilidade, motivação, capacidade de trabalho em grupo, capacidade de comunicação, capacidade de planificação, flexibilidade. O que pretendemos aqui realçar é o papel que o trabalho experimental pode ter no desenvolvimento destas competências. E *«a aquisição destas competências técnicas contribui efectivamente para um desenvolvimento mais completo e integrado da pessoa humana, na sua vertente social e relacional, cognitiva e afectiva»* (Pires, Alves e Oliveira, 1998, p.12).

A rápida evolução da Ciência e da Tecnologia, do mundo do trabalho e das organizações, colocam hoje enormes desafios à educação. O mundo do trabalho valoriza as competências transversais das pessoas tais como: as de resolução de problemas; adaptabilidade e flexibilidade. Existe a necessidade de preparar os indivíduos para a vida, desenvolvendo-lhes competências que lhes permitam evoluir ao longo das suas vidas e muitas destas competências transversais são competências de auto-formação. O sistema de educação deve preocupar-se, mantendo actuais os seus curricula bem como as metodologias utilizadas. O trabalho experimental de investigação pode formar um contexto de aprendizagem favorável ao desenvolvimento dessas competências transversais. A escola ao promover o desenvolvimento pessoal, dado que este engloba o profissional, responde às necessidades, quer individuais, quer da sociedade em geral.

3. Trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento do pensamento

É indiscutível a necessidade de desenvolver o pensamento dos alunos. Segundo alguns autores uma investigação experimental é uma estratégia de ensino para os alunos desenvolverem o pensamento. Para outros autores este tipo de trabalho experimental é, em si

mesmo, um processo de pensamento. Uma ideia persiste dos diversos autores, é a de que, ao realizarem trabalho experimental de investigação os alunos utilizam o seu pensamento e consequentemente podem desenvolvê-lo. Estas perspectivas são apresentadas nos pontos que se seguem.

3.1. A necessidade de desenvolver o pensamento

O objectivo de tornar os alunos em pensadores mais efectivos é fundamental segundo afirmam McTighe e Schollenberger (1991), dadas as características das sociedades presentes e do que se prevê para as futuras. Factores significantes que tornam necessário o ensino do pensamento são nomeadamente: o rápido crescimento de conhecimento disponível, o desenvolvimento da aprendizagem ao longo da vida e de competências de pensamento necessários para adquirir, seleccionar e processar informação dentro de um maior campo de conhecimento. Estas ideias vão de encontro aos objectivos delineados pela Lei de Bases do Sistema Educativo, onde é constante o uso dos termos, «*capacidade e potencialidade*». Como objectivo ao nível do Ensino Secundário pode ler-se, «*desenvolvimento do raciocínio, reflexão e curiosidade científica*», «*saber assente no estudo, na reflexão crítica, na observação e experimentação*». Está aqui implícita a ideia de que actualmente a formação dos indivíduos não deve apenas preocupar-se com a transmissão e aquisição de conhecimento ou competências específicas, mas também com o exercício do pensamento e com o treino de resolução de problemas. A educação formal passa a ter como alvo o desenvolvimento do pensamento. Esta maior ênfase no ensino das capacidades de pensamento deve corresponder, no domínio da prática educativa, a um movimento de reflexão sobre as metodologias de ensino (modificando ou criando novos métodos de ensino). A Lei de Bases do Sistema Educativo salienta a necessidade de preparar os educandos para uma plena integração e participação na vida em sociedade, preocupando-se com o desenvolvimento integral e integrado do educando.

A meta da educação é o desenvolvimento das competências de pensar dos alunos (Shepardson, 1997). A ênfase do ensino das ciências tem girado à volta da transferência de conhecimentos, na promoção da aquisição de factos científicos e não do pensamento científico dos alunos, tão necessário para que se desenvolvam determinadas competências. O conhecimento do conteúdo e capacidade para pensar é essencial para um pensamento produtivo e hábil. Segundo Shepardson desenvolvem-se em simultâneo a capacidade de pensar e o conhecimento do conteúdo.

Para Dreyfus (1993) o principal objectivo do ensino das ciências é intelectual (competências intelectuais, competências cognitivas, compreensão da natureza da Ciência) e mesmo as chamadas competências práticas são principalmente intelectuais (competências de análise de dados de investigação e de comunicação, entre outros). No mesmo sentido Zoller et al., (1997), afirmam que a reforma da educação em Ciência, segue duas grandes direcções (objectivos de aprendizagem): a necessidade de desenvolver competências cognitivas 'de elevada ordem'; a necessidade dos alunos obterem uma profunda compreensão de qualquer conteúdo científico estudado. Também Kuhn (1993), no seu artigo "*Ciência como argumento: Implicações para o ensino e aprendizagem do pensamento científico*", argumenta que devido a um aumento da complexidade tecnológica, especialização e rápida evolução do conhecimento em Ciência, a educação em Ciência tornou-se a maneira mais promissora para promover a forma de pensar, sendo o pensamento científico um fim e não o princípio de um complexo processo de desenvolvimento intelectual.

3.2. Realização de trabalho experimental de investigação - Desenvolver o pensamento

A Ciência cognitiva distingue duas classes fundamentais de conhecimento, o declarativo e o relacionado com procedimentos (saber o quê, e o como) (Lawson, 1994). Alguns aspectos do conhecimento declarativo são traduzidos por: perguntas, hipóteses, previsões, resultados e conclusões. Alguns dos procedimentos são: abdução, indução, dedução, comparação e inferência. O conhecimento procedimental utiliza-se para gerar o pensamento declarativo.

Para Segura (1994), aprendizagem, em termos gerais, é um processo de aproximação desde a estrutura cognitiva do que aprende até ao campo de conhecimentos aos quais se pretende aceder. Aprendizagem é um processo que necessita de mediadores. O aluno na aprendizagem utiliza procedimentos que são constituídos por competências e estratégias cognitivas. Competência é a aptidão, perícia ou habilidade para desempenhar uma acção individual específica, tal como comparar, classificar, relacionar e analisar. Lawson (1994), considera que competência é a capacidade de fazer algo bem, conhecimento de um conjunto de procedimentos, saber quando se aplica e ser hábil ao aplicar. Para este autor, são competências: o descrever apropriadamente a natureza; o perceber e colocar questões causais sobre a natureza; o gerar e formular previsões lógicas baseadas nas hipóteses e condições experimentais imaginadas; o recolher, organizar e analisar dados experimentais e correlacionais relevantes; o extrair e aplicar conclusões razoáveis; reconhecer as presunções que devem

fazer-se para aplicar uma conclusão a uma nova situação. Estratégias, são processos mentais complexos que incluem competências e conceitos em articulação, e cuja finalidade é encontrar soluções para uma situação problema (Segura, 1994). Estratégias, são padrões de raciocínio, como combinar hipóteses alternativas, controlar variáveis e comparar relações para confirmar ou não o sucesso (Lawson, 1994). Competências e estratégias não estão claramente separadas, relacionam-se. A perspectiva de aprendizagem construtivista, admite a possibilidade de estabelecer relações profundas entre conceitos e procedimentos. Por exemplo, para Lawson (1994), a aquisição do conhecimento declarativo depende em geral do conhecimento procedural. Também Segura (1994) considera que no processo mental que o aluno realiza para aprender Ciência, tanto no que se refere à aquisição de conceitos como à resolução de problemas, aparecem várias competências e estratégias. Os conhecimentos procedimentais acompanham a aprendizagem significativa. Numa planificação deve explicitar-se ao mesmo nível os conceitos e os procedimentos. A ideia de procedimentos (competências e estratégias), associada aos conceitos e mediadores de aprendizagem orienta a planificação didáctica em que se considera a capacidade intelectual do aluno como uma capacidade susceptível de se desenvolver. Considera, ainda, que colocar e resolver problemas faz parte da actividade intelectual mais genuína. Normalmente a construção de conhecimentos necessita de construção de modelos teóricos. Para isso é necessário introduzir conceitos e recorrer a competências e estratégias intelectuais.

Para Lawson (1994), o conhecimento procedimental é de importância central na Ciência e no pensamento crítico e criativo em geral. Se ajudarmos os alunos a melhorar o uso das competências de raciocínio criativo e crítico estamos a ajudá-los a ser mais inteligentes e a aprender a aprender. O sistema educativo pode promover a aquisição de conhecimento declarativo, conhecimento procedimental e criatividade, se dentro de um clima adequado e através dos ciclos de aprendizagem, forem dadas oportunidades aos alunos para utilizar o processo de construção e para criar e comprovar as suas próprias ideias.

Nos sistemas de processamento de informação também é referido o conhecimento declarativo e de procedimento. Segundo Royer et al., (1993), o sistema de processamento de informação humano pode ser dividido em três níveis hierárquicos: capacidades básicas; competências cognitivas (consistem na interpelação de factos específicos e procedimentos, são constituídos por conhecimento declarativo e procedimental); elevadas competências cognitivas e capacidades (que são responsáveis pela definição dos objectivos e planificação da actividade cognitiva).

Contudo, existem autores que consideram existir mais tipos de conhecimento. nomeadamente White (1996), citando Gagné e White (1978), que descreveram cinco tipos de conhecimento: proposições (factos e crenças); imagens (que acompanham o primeiro); competências intelectuais (são procedimentos); episódios (recolecções de eventos nos quais a pessoa tomou parte ou pelo menos observou, elemento crucial na compreensão e um dos principais resultados do trabalho laboratorial); competências motoras. White (1988) acrescentou *strings* (conhecimento, geralmente verbal); e estratégias cognitivas (competências gerais do pensar, não ligadas a um conteúdo específico). O trabalho laboratorial efectuado pelo aluno em relação às demonstrações feitas pelo professor apresenta vantagens no que respeita aos episódios, dado o 'compromisso', o facto de mexer no material e fazer observações que lhe exige pelo menos alguma atenção. Quem desenvolve os currículos devia avaliar as experiências propostas e verificar até que ponto elas comprometem o aluno e o encorajam na formação de episódios específicos. Os episódios devem ser memoráveis e associados com o conhecimento que suportam para terem um efeito na compreensão a longo prazo. Em laboratório, as experiências devem ser memoráveis e ligadas a proposições para que estas sejam compreendidas e lembradas. O que normalmente não acontece na prática de laboratório no ensino da Ciência.

Como refere Woolnough (1994), a separação entre teoria e prática serve unicamente para se obter um *modus operandi* para cada uma delas, mas na realidade existe uma importante interacção entre ambas, entre a experiência que o aluno ganha ao realizar o trabalho prático e a compreensão teórica obtida dos conceitos subjacentes. Acresce, ainda, o facto de que o aluno traz consigo um conhecimento anterior, experiência obtida pelo trabalho prático e pelo seu dia a dia com o mundo físico, e que tem um papel formativo. Esta experiência é muito importante no desenvolvimento do pensamento do aluno. O mesmo autor, refere ainda sobre a questão dicotómica entre o fazer ou pensar que existe muito trabalho prático desapropriado, longe de ser efectivo e que para muitos 'o fazer' continua a não desenvolver a compreensão cognitiva. Existe necessidade de se ter um propósito claro sempre que se vai realizar uma actividade prática.

3.3. Investigação - uma estratégia de ensino que promove o desenvolvimento do pensamento ou um processo de pensamento

Costa (1985), apresentou uma classificação para as «*estratégias de ensino para desenvolver o pensamento do aluno*». Definiu estratégia de ensino como a organização, ou arranjo sequencial das actividades de ensino que são utilizadas ao longo do tempo (aula, unidade de ensino) e com a finalidade de atingir determinado resultado(s) na aprendizagem dos alunos (Costa, 1987). Classificou-as em directivas, generativas, colaborativas e mediativas, sendo que algumas destas estratégias são utilizadas no ensino das ciências e particularmente indicadas para permitir o desenvolvimento de capacidades de pensar ao mais alto nível. Aponta como exemplo de estratégias mediativas o inquérito científico (investigação ou *inquiry*), onde o professor é um agente mediador que faz a ponte entre a tarefa e o aluno.

Como ficou claro no anteriormente exposto, Costa considera a investigação uma estratégia de ensino mediativa, estratégia que pode promover o ensino para o pensamento. Já Marzano et al. (1989) na obra *Dimensions of Thinking* consideram a investigação como um processo de pensamento, ao lado de outros sete. A selecção destes oito processos deveu-se, segundo os autores, a estes serem normalmente mencionados na literatura teórica e de investigação. Assim temos: a formação de conceitos, a formação de princípios, a compreensão, a resolução de problemas, a tomada de decisões, a investigação, a composição e o discurso oral. Os três primeiros relacionam-se com a aquisição de conhecimentos e o quarto, quinto, sexto e sétimo relacionam-se com a produção e aplicação dos conhecimentos. O último relaciona-se com ambos. Os autores, afirmam que estes oito processos são conceptualmente claros e passíveis de serem ensinados. São reconhecidos como fundamentais no ensino nas mais diferentes áreas, e são instrumentos essenciais para atingir muitos objectivos no mundo real. Não são processos distintos uns dos outros, sobrepõem-se. Uma compreensão destes processos pode transformar a nossa forma de actuar na sala de aula. São actividades académicas importantes por si próprias. Estes autores, definem processos de pensamento como o conjunto de operações mentais que envolvem uso de várias competências. São vistas como operações de nível macro onde têm lugar, sequências previsíveis de competências genéricas. Por exemplo, investigar (processo de pensamento), é 'maior' que observar (competências de pensamento), sendo o primeiro muito mais demorado. Competências de pensamento, são operações cognitivas simples, como observar, comparar e inferir. Apesar de os processos de pensamento serem descritos sob a forma de sequências de competências, não querem os autores com isto dizer,

que eles devam ser ensinados como procedimentos prescritivos. Referem, ainda os autores, que a própria distinção entre processo e competência é vaga, dificuldade que aparece, também, devido a que a competência depende do processo e da área de conteúdo em que é usado. Será útil, diferenciar processo e competência, no geral, em termos de serem objectivos ou meios para atingir os objectivos.

A investigação difere da resolução de problemas (como processo de pensamento) dado ser o seu propósito explicar e prever (Halpern, 1984), mais do que encontrar a resposta certa. Apesar da investigação usar a resolução de problemas e tomar decisões (todos os processos se envolvem de alguma forma), é dirigido prioritariamente para compreender como algo funciona e como usar essa compreensão para prever fenómenos. A investigação é particularmente utilizada em Ciência. Através dos séculos, existiram várias conceptualizações da Ciência, mas todas compartilham algumas características como: descrever fenómenos, formular hipóteses, testar hipóteses. A aplicação de investigação em aula ajuda os alunos a aplicar e desenvolver as suas competências cognitivas em processos de investigação.

Em Portugal, no contexto da reforma curricular, deu-se a implementação de novos currículos com uma forte componente prática, onde se promove a utilização do trabalho experimental como instrumento de ensino/aprendizagem. O tipo de trabalho experimental que se realiza nas aulas nem sempre é adequado aos programas, sendo muitas vezes monótono, do tipo receita, desenvolvendo-se apenas actividades manipulativas. Nas actividades práticas as competências devem ser mais intelectuais do que manipulativas, procurando desenvolver o pensamento científico (Kirschner, 1992). Segundo Reis (1996), é importante a actividade laboratorial para desenvolver o saber fazer, isto é, o desenvolvimento do conhecimento procedimental. O ensino das ciências não se limita à transmissão de factos e conceitos científicos, mas também à promoção das competências científicas que permitem a construção da Ciência. A procura de soluções no trabalho laboratorial, leva ao desenvolvimento e à utilização de competências científicas que promovem o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas, de raciocínio, do pensamento crítico e auto aprendizagem dos alunos. É necessário permitir-lhes planear, realizar e avaliar investigações por eles sugeridas e desenhadas. Tudo o exposto vai ao encontro do pensamento de Woolnough (1985), que refere que, quando se realiza trabalho prático de investigação, o quadro cognitivo do aluno é afectado e a aprendizagem torna-se mais significativa.

Como refere Shepardson (1997), para desenvolver a compreensão científica dos alunos, o currículo deve fornecer actividades que levem os alunos a pensar sobre o conteúdo da Ciência

e que não os envolva apenas em actividades manipulativas. A actividade da Ciência deve encorajar os alunos a usar processos de pensar, de modo a compreenderem o conteúdo da Ciência. Os processos de pensamento são meios pelos quais o aluno coordena a sua compreensão processual e conceptual. As actividades de laboratório são vistas como um meio de desenvolver o pensamento científico e a compreensão dos alunos. Não se sabe como é que o tipo de actividade de laboratório influencia a natureza do pensamento do aluno. A verdade é que, como conclui o mesmo autor, pouco se sabe sobre os efeitos das actividades de laboratório nos alunos.

CONCLUSÃO

Na análise feita nos três capítulos que constituem esta primeira parte, tentámos dar conta, do papel primordial que, a realização do trabalho experimental de investigação, pode ter na aprendizagem da Ciência e mesmo no desenvolvimento dos alunos.

Procurámos dar conhecimento das diferenças que alguns autores consideram, quando se referem a educação em Ciência ou a educação através da Ciência, e ainda entre educação em Ciência e o ensino da mesma. Evidenciou-se a importância de, mesmo no Ensino Secundário, preparar não só os jovens para o prosseguimento de uma carreira científica, mas também torná-los cientificamente cultos, de forma a poderem tomar decisões na sociedade actual. Analisámos o conceito de aprendizagem numa perspectiva construtivista, que considera o aluno construtor activo do seu próprio conhecimento. Neste processo são primordiais os conhecimentos prévios que o aluno possui ao vir para a escola. Para esta perspectiva concorre o trabalho experimental com um papel importante, pois permite aos alunos confrontar as ideias que possuem com as evidências e assim levar a uma progressiva mudança conceptual.

Analisámos e descrevemos diferentes classificações para o trabalho experimental, apontando os diferentes objectivos que cada um permite atingir no caminho de uma aprendizagem das ciências. Verificámos que, na opinião de vários autores, e com base em alguns estudos, o trabalho experimental realizado nas escolas nem sempre é realizado da melhor forma, não contribuindo para uma efectiva aprendizagem da Ciência.

Descrevemos o trabalho experimental de investigação, caracterizando-o. Reflectimos sobre o seu papel na aprendizagem das ciências. Verificámos a pertinência da sua utilização na educação em ciências, perspectivada num quadro epistemológico construtivista, em que se

privilegia uma abordagem holística da Ciência e da sua prática pela interação dinâmica entre os conteúdos e os processos da Ciência.

A escola, hoje, a par com a aprendizagem da Ciência nos seus distintos componentes, deve preocupar-se com a preparação dos alunos para a vida futura, desenvolvendo neles competências não técnicas e uma atitude de permanente aprendizagem. O trabalho experimental de investigação pode ter aí um papel preponderante. Podemos e devemos olhar este tipo de trabalho como uma estratégia de ensino/aprendizagem que permite a aprendizagem de conceitos, o desenvolvimento de competências científicas e a compreensão pelos alunos da natureza da actividade científica, e também, reconhecer a sua importância no desenvolvimento do pensamento dos alunos. A sua pertinência é reforçada, pois este tipo de trabalho permite o desenvolvimento de competências não técnicas, ditas transversais, podendo contribuir para o desenvolvimento integral do aluno. A escola tem que reconhecer-se como responsável pela preparação dos alunos para a sociedade actual. O professor tem, também ele, que ser responsável neste processo e reconhecer, entre outros aspectos, a necessidade de diversificação na utilização de estratégias de ensino/aprendizagem. O trabalho experimental de investigação pode, sem dúvida, ser uma dessas estratégias.

A segunda parte deste estudo incidirá na discussão de algumas questões epistemológicas/metodológicas, bem como na descrição do plano empírico do nosso estudo.

SEGUNDA PARTE - METODOLOGIA DO TRABALHO EMPÍRICO

INTRODUÇÃO

Inclui-se, nesta parte do estudo, toda a explicitação e fundamentação no que respeita às nossas opções metodológicas e processo heurístico. Em qualquer processo de investigação o investigador deve explicar em detalhe os princípios metodológicos e os métodos a utilizar.

Esta segunda parte encontra-se estruturada em quatro capítulos. No primeiro efectuamos uma reflexão sobre questões epistemológicas/metodológicas tendentes a fundamentar a nossa estratégia de investigação. Aborda-se o paradigma interpretativo de investigação em educação. No segundo, descrevemos o contexto deste estudo bem como o plano de investigação, nas suas diferentes fases e actividades a realizar. Explicita-se todo o trabalho a realizar, na sala de aula, com os alunos da turma em estudo. No capítulo seguinte, indica-se a metodologia adoptada para a recolha dos dados, explicitando-se os métodos e as técnicas utilizadas na recolha da informação: as entrevistas, o questionário, a observação e a análise documental. Por último, no quarto capítulo, explicita-se todo o procedimento de análise dos dados.

CAP. 1 - QUESTÕES EPISTEMOLÓGICAS/METODOLÓGICAS

Investigar é uma forma de descobrir conhecimento novo, é também, uma busca com vista ao enriquecimento do conhecimento. Uma *«pesquisa é conduzida para resolver problemas e para alargar conhecimentos»* (Drew, 1980 citado por Bell, 1997, p.14), e como nos referem Ludke e André (1986), é o esforço de elaborar o conhecimento sobre aspectos da realidade na procura de soluções para esses problemas.

«Research is best conceived as the process of arriving at dependable solutions to problems through the planned and systematic collection, analysis, and interpretation of data. It is a most important tool for advancing knowledge, for promoting progress, and for enabling man to relate more effectively to his environment, to accomplish his purposes, and to resolve his conflicts.»

(Mouly, 1978 citado por Cohen e Manion, 1980)

1. Investigar em educação: A perspectiva interpretativa/compreensiva

Subjacentes ao processo científico, à investigação, existem sempre questões epistemológicas que se relacionam com a natureza do objecto da investigação (o quê); com o processo do conhecimento científico, questões sobre a relação sujeito/objecto (o como); e com a intencionalidade subjacente a uma investigação, finalidade da actividade científica (o porquê). No caso da investigação educativa existem determinadas características importantes próprias dos fenómenos educativos que se estuda, bem como à pluralidade dos fins e dos objectivos que persegue. Como nos é referido em Arnal et al. (1994), e ainda por Lüdke e André (1986), a realidade educativa é complexa, dinâmica, interactiva e possui um carácter qualitativo. Para além de que o fenómeno educacional se situa num contexto social e numa realidade histórica, contemplando aspectos importantes como crenças, valores ou significados que não são directamente observáveis, e portanto, sendo difíceis de investigar. Esta realidade está, ainda, dimensionada por aspectos morais, éticos e políticos onde interagem diversas variáveis. Pelo carácter único dos fenómenos, que desde logo se tornam impossíveis de replicar, assim, no âmbito da investigação educativa o comportamento deve ser contextualizado (Guba, 1982, citado por Arnal et al. 1994). É pois, grande o desafio da pesquisa educacional, ao tentar captar essa realidade dinâmica e complexa.

Existe, também, uma relação peculiar entre o investigador e o objecto investigado. O investigador forma parte do fenómeno social que investiga - a educação - e é uma pessoa que nele participa com os seus valores, ideias e crenças, não podendo ser totalmente independente e neutro em relação aos fenómenos que estuda.

As ciências humanas e sociais, nomeadamente as ciências da educação, revestem-se assim de grande complexidade. A escolha metodológica apropriada é uma importante e difícil decisão, sendo objectivo último a compreensão do fenómeno educativo. Existem várias abordagens possíveis, que dependem de como o investigador vê o mundo, bem como do problema e objectivos. A verdade é que a investigação em educação é concebida de forma diferente conforme diversas perspectivas. Assim, segundo Arnal et al. (1994), podemos optar pela perspectiva empírico-analítica (positivista), ou pelas orientações interpretativa e crítica. Estas últimas, ainda segundo estes autores, traduzem um novo enfoque no estudo da educação, que nos é dado através de autores como Goetz e LeCompte (1984), Lincoln e Guba (1985), Erickson (1986), Taylor e Bogdan (1986), para os quais *«a educação se concebe*

como acção intencionada, global e contextualizada, regida por regras pessoais e sociais e não tanto por leis científicas.» (Arnal et al., 1994, p.35)

Para estes autores, o paradigma interpretativo também denominado de qualitativo, fenomenológico, naturalista, humanista ou etnográfico, engloba um conjunto de correntes humanístico/interpretativas, cujo interesse se centra no estudo dos significados das acções humanas e da vida social (Erikson, 1986). Esta perspectiva pretende substituir as noções científicas de explicação, previsão e controlo do pensamento positivista pelas noções de compreensão, significado e acção. Esta perspectiva penetra no mundo pessoal dos sujeitos, como estes interpretam as situações, quais os significados por eles atribuídos e quais as suas intenções. Na perspectiva interpretativa, investigar é compreender o comportamento humano, os significados e intenções dos sujeitos que intervêm no cenário educativo. Considerando o objectivo da investigação educativa, interpretar é compreender os fenómenos educativos.

Os investigadores de orientação interpretativa centram-se mais na descrição e compreensão do que é único e particular do sujeito, do que no que é generalizável. Pretendem desenvolver conhecimento ideográfico e aceitam que a realidade é dinâmica, múltipla e holística, construída e divergente. Enfatizam a compreensão e interpretação da realidade educativa, desde os significados das pessoas implicadas nos contextos educativos, estudando as suas crenças, intenções, motivações e outras características do processo educativo não observáveis directamente nem susceptíveis de experimentação.

Bogdan e Biklen (1994), na sua obra *Investigação Qualitativa em Educação*, também, referem a existência de várias denominações, por exemplo, naturalista e etnográfica, para a expressão investigação qualitativa, como podendo ter significados mais ou menos semelhantes dependendo dos autores. Estes autores, usam a expressão - investigação qualitativa - *«como um termo que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características»* (p.16).

Dadas as características da realidade educativa enunciadas e do problema e objectivos desta investigação situamo-nos numa perspectiva interpretativa, e optamos por uma metodologia interpretativa/qualitativa.

As cinco características deste tipo de investigação (Bogdan e Biklen, 1994), que estão presentes nesta investigação, a saber, são:

1. A fonte directa de dados é o ambiente natural, pois entende-se que as acções podem ser melhor compreendidas quando são observadas no seu ambiente habitual de ocorrência.

Assume-se que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre. Para além disto, constitui o investigador o instrumento principal, mesmo quando se utiliza equipamento, os dados são recolhidos em situação e complementados pela informação que se obtém através do contacto directo. Os materiais registados mecanicamente são revistos na sua totalidade pelo investigador, sendo o entendimento que este tem deles o instrumento-chave da análise.

2. Os dados recolhidos são predominantemente descritivos, em forma de palavras ou imagens. Consideram-se importantes todos os dados da realidade e procura-se analisar os dados em toda a sua riqueza. Ao recolherem dados descritivos eles abordam o mundo de forma minuciosa, nada é trivial e passível de ser deixado ao acaso.

3. O processo é mais relevante do que simplesmente os resultados ou os produtos (Como é que...? Qual a ...?).

4. Os dados são analisados de forma indutiva. Não se recolhem os dados para confirmar hipóteses, as abstrações são construídas à medida que se agrupam os dados recolhidos, o que não quer dizer que não exista um quadro teórico. São os próprios autores a afirmar que toda a investigação se baseia numa orientação teórica.

Relativamente a esta quarta característica da investigação interpretativa/qualitativa apresentamos algumas considerações. Hoje considera-se que toda a investigação parte dos problemas (Popper, 1992), comandando a teoria (teoria substantiva e processual), todo o processo de produção do conhecimento científico (Sousa Santos, 1995).

«À teoria é conferido o papel de comando do conjunto do trabalho científico que se traduz em articular-lhe os diversos momentos: ela define o objecto de análise, confere à investigação, por referência a esse objecto, orientação e significado, constrói-lhe as potencialidades explicativas e define-lhes os limites.»

(Ferreira de Almeida e Madureira Pinto, 1986, p.62)

A teoria comanda a pesquisa empírica, mas existe durante todo o processo investigativo uma interação entre ambas (retroacção mútua). A recolha de informação «*sendo embora orientada pelo quadro teórico prévio de referência, revele a necessidade de ajustar, especificar ou mesmo reformular este último, de modo a torná-lo um guia de observação do real mais preciso e eficaz.*» (Idem, p. 57).

5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Os investigadores estão interessados no modo como diferentes pessoas dão significado às coisas e às suas vidas e em apreender as 'perspectivas participantes'. «*Privilegiam, essencialmente, a compreensão dos comportamentos a partir da perspectiva dos sujeitos da investigação.*» (Bogdan e Biklen, 1994, p.16). Procuram estabelecer estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista de quem fornece a informação.

1.2. Validade da investigação

Numa investigação qualitativa, discutem-se problemas epistemológicos como o da cientificidade da própria pesquisa e que se prende com a relação subjectividade/objectividade. Relacionando-o com a primeira característica anteriormente descrita, o facto do investigador ser o instrumento principal e a fonte directa de dados ser o ambiente natural, lembra-nos que de acordo com o pensamento de Popper, a realidade é algo que vem da interacção dos três mundos: sociedade, sujeito e mundo natural. «*A interacção que consiste de múltiplas reacções, dentro da qual trabalhamos com o método do ensaio e do erro (...) a formação da realidade é assim uma realização nossa.*» (Popper, 1992, p.37). Refere ainda, este autor, que a descrição da observação é já uma representação com influência do sujeito. Sujeito este investigador/observador, mas também inventor. O observador percebe e concebe, logo, «*uma teoria científica não é o reflexo do real mas, pelo contrário, uma construção de ideias (...) que se apoia em e se exerce sobre dados objectivos que o real fornece*» (Morin, 1984, p.12). O investigador não está dissociado do contexto social e cultural, é toda uma cultura e linguagem que está presente. Não é o sujeito individual, é também o sujeito social (Fourez, 1992, citado por Almeida, 1996). Também por isso, o conhecimento é construção individual e social. A investigação é um processo de construção, que envolve o sujeito na sua totalidade. Assim sendo, o conhecimento científico produzido é precário, falível (Sousa Santos, 1995), hipotético e conjectural (Popper, 1992). Estando o sujeito profundamente implicado no

processo de produção de conhecimento, torna-se necessário reconhecer a subjectividade inerente a esse processo como parte integrante do processo de objectivação, aprofundá-la e reflectir sobre ela. É também necessária a explicitação dos processos, expondo aos outros a nossa subjectividade, logo, confrontando-a (Morin, 1984; Popper, 1992; Sousa Santos, 1995).

Assim, numa investigação é necessário ter em atenção os possíveis 'desvios' do investigador que podem afectar como os dados são vistos, gravados e interpretados (Merriam, 1991). Uma situação é descrita através de juízos de valor do locutor (Albarello et al., 1997) e os dados carregam o peso de qualquer interpretação (Bogdan e Biklen, 1994). Todos os investigadores são presa dos enviesamentos inerentes ao observador, devem então tentar reconhecer isso e ter esse facto em consideração, bem como manter uma preocupação constante com o rigor, a abrangência dos dados e a correspondência entre os dados e o que de facto se passa no local.

A questão da subjectividade remete-nos para a qualidade e credibilidade ou cientificidade da investigação. Qualquer investigador quer produzir um conhecimento válido e fidedigno de forma a produzir efeitos na teoria ou na prática educacional. Assim, e no que respeita à validade interna, validade das medições de dados, isto é, ver se o que medimos reflecte o que esperávamos medir, como refere Ratcliffe (1983), citado por Merriam (1991), os dados não falam por si próprios são interpretações feitas pelo investigador, a simples observação ou medição altera os fenómenos. Os números, equações e palavras são representações simbólicas da realidade e não a própria realidade. Assim, a validade deve ser avaliada em termos da interpretação do investigador. Sendo a realidade, na investigação qualitativa, holística, multidimensional e sempre em mudança, o que investigador observa são construções que as pessoas fazem da realidade.

Assim, o que Walker (1980), citado por Merriam (1988), afirma em relação ao estudo de caso em investigação, também se aplica a outras investigações qualitativas.

«[The qualitative researcher] constantly attempts to capture and portray the world as it appears to the people in it. In a sense for [the qualitative researcher] what seems true is more important than what is true. For [the qualitative researcher]... the internal judgements made by those he studies, or who are close to the situation, are often more significant than the judgements of outsiders.» (p.167)

Nesta perspectiva, Merriam afirma que muitos consideram que a validade interna «*is a definite strength of qualitative research*» (Idem, p.168). O importante é compreender as perspectivas dos envolvidos para descobrir a complexidade do comportamento humano no contexto real e obter uma interpretação holística do ocorrido. Uma das formas de assegurar a validade interna é através do recurso à triangulação dos dados. A triangulação também nos permite avaliar a fiabilidade duma investigação. A fiabilidade é a possibilidade de replicação do encontrado, ou por outras palavras a possibilidade de repetir determinadas operações, como a recolha de dados, e obter os mesmos resultados. Lincoln e Guba (1985), citados por Merriam (1991), sugerem que, em vez de se pretender que outros obtenham o mesmo resultado, melhor será verificar se os resultados são consistentes e de confiança em relação aos dados. O investigador deve explicar o quadro teórico que está por detrás do seu estudo, a sua posição em relação à amostra estudada, descrever os participantes e quais os pressupostos que levaram à sua escolha e caracterizar o contexto social de onde foram recolhidos os dados. Deve explicar em detalhe os seus métodos «*that other researchers can use the original report as an operating manual by which to replicate the study*» (Goetz e LeCompte, 1984, citados por Merriam, 1991).

No que respeita à validade externa, generalização dos resultados obtidos, isto é, se o estudo pode ser generalizado, quando optamos por uma metodologia qualitativa é nossa pretensão obter uma compreensão em profundidade do fenómeno estudado e não proceder a uma generalização (Cronbach, 1975; Stake, 1978; Patton, 1980; Eisner, 1981; Erickson, 1986; citados por Merriam, 1991). Mas existe a possibilidade de aumentar a generalização dos resultados do estudo de caso noutros sentidos. Para Cronbach (1975), qualquer generalização é uma hipótese de trabalho e não uma conclusão. Erickson (1986) considera que o geral se pode basear no particular «*for concrete universals arrived at by studying a specific case in great detail and then comparing it with other cases studied in equally great detail*». Também para Eisner (1981), o que se aprende numa situação particular pode-se transferir para outras situações. Segundo Stakes (1978), o conhecimento profundo do particular permite reconhecer similaridades em novos contextos o que designou de processo de *naturalistic generalization*. Wilson (1979) e Walker (1980), falam-nos da *reader or user generalizability*, possibilidade dos resultados do estudo se aplicarem a outros que se encontrem em idêntica situação. De forma a possibilitar a generalização dos resultados, deve especificar-se tudo o que o leitor possa necessitar saber para compreender os resultados, fornecendo uma descrição completa

«so that anyone else interested in transferability has a base of information appropriate to the judgment» (Lincoln e Guba, 1985, citados por Merriam, 1991, p.177).

1.3. Opção metodológica

De forma a reduzir as probabilidades de interpretações erróneas por parte do leitor, e numa perspectiva construtivista em que se considera que cada pessoa interpreta e constrói o seu próprio conhecimento, o investigador deve estabelecer bases para validar o seu trabalho de investigação. Numa investigação qualitativa a triangulação é uma técnica muito útil como processo de reforço da validade da mesma, como já foi anteriormente referido. A triangulação caracteriza-se por uma abordagem multimetodológica. Pode utilizar, quer técnicas quantitativas, quer qualitativas, ou inclusive usar uma combinação de ambas no estudo da mesma unidade. A maior diversidade de métodos cria uma maior confiança nos resultados. *«The rationale for this strategy is that the flaws of one method are often the strengths of another, and by combining methods, observers can achieve the best of each, while overcoming their unique deficiencies»* (Denzin, 1970, citado por Merriam, 1991, p.69).

«Os investigadores que adoptam uma perspectiva qualitativa estão mais interessados em compreender as percepções individuais do mundo. Procuram compreensão em vez de análise estatística (...) Contudo, há momentos em que os investigadores qualitativos recorrem a técnicas quantitativas, e vice-versa.»
(Bell, 1997, p.20)

Existem estudos qualitativos que integram componentes qualitativos e quantitativos. *«No campo metodológico, como em muitos outros, a diversidade constitui uma riqueza»* (Canário, 1986, p.134). Uma abordagem multimetodológica, qualquer que seja o objectivo da investigação aplicada ou fundamental, enriquece-a, fornecendo mais conhecimento para apreender o fenómeno. Muitos autores defendem o pluralismo metodológico.

«Perdida a inocência empirista, a via de acesso ao conhecimento certo tornou-se uma via sinuosa e cheia de percalços, em suma, uma via dolorosa. (...) Essa consciência da complexidade traduziu-se na ideia de que, se não há um caminho real para aceder à verdade, todos devem ser tentados na medida do

possível. Daí o pluralismo metodológico, a combinação, por exemplo, entre métodos qualitativos e quantitativos e, conseqüentemente, o uso articulado de várias técnicas de investigação.»

(Sousa Santos, 1995, p.83)

Optamos por uma investigação qualitativa, mas numa abordagem multimetodológica utilizando como técnicas de recolha de dados o inquérito por questionário e por entrevista, a observação e a análise documental. Na investigação qualitativa, a entrevista pode ser a estratégia dominante para a recolha de dados ou, como referem Bogdan e Biklen (1994), pode ser utilizada em conjunto com a observação, análise de documentos e outras técnicas. *«Uma entrevista consiste numa conversa intencional, geralmente entre duas pessoas, embora por vezes possa envolver mais pessoas (Morgan, 1988), dirigida por uma das pessoas, com o objectivo de obter informações sobre a outra.»* (Bogdan e Biklen, 1994, p.134). A entrevista não é encarada como uma conversa corrente. É uma conversação cara a cara, e de um modo metódico que se efectua com o intuito da obtenção de informação do entrevistado, sobre determinado assunto ou problema (Lakatos e Marconi, 1990). A grande vantagem da entrevista é a sua adaptabilidade. Um bom investigador pode seguir a resposta do entrevistado e obter mais informação e maior clareza em pontos menos explícitos, dado que uma resposta numa entrevista pode ser desenvolvida e clarificada. Permitem-se, portanto, correcções, esclarecimentos e adaptações. Existe uma maior flexibilidade, podemos repetir ou esclarecer questões, formulá-las de forma diferente, especificar alguns significados, como garantia de se estar a ser compreendido (Lüdke e André, 1986; Lakatos e Marconi, 1990; Gall et al., 1996; Bell, 1997). A entrevista permite ainda, uma captação imediata e corrente da informação desejada e o aprofundar dos dados obtidos através de outros instrumentos (Lüdke e André, 1986).

A entrevista surge, muitas vezes, associada a outras técnicas de inquérito, por exemplo ao questionário (Albarello et al., 1997), o que sucedeu na nossa investigação, em que utilizámos um questionário, como forma de recolha de dados que permitisse caracterizar a população em estudo. O questionário apresenta vantagens como: economia de tempo, permitindo a obtenção de grande número de dados; abrange simultaneamente um maior número de pessoas; permite obter respostas mais precisas e mais rápidas; existe uma maior liberdade nas respostas dado o anonimato em relação ao sujeito inquirido; existe um menor risco de distorção pois há pouca influência do investigador; permite uma maior uniformidade na avaliação devido à natureza

impessoal do instrumento (Lakatos e Marconi, 1990). Contudo, a entrevista permite-nos a obtenção de uma informação mais rica que os questionários (Pardal e Correia, 1995). Assim, através de entrevistas consolidámos, posteriormente, algumas das respostas obtidas nos inquéritos por questionário.

Como nos referem Bogdan e Biklen (1994), o objecto da investigação qualitativa é a compreensão das diferentes perspectivas pessoais, sendo a entrevista *«utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo.»* (p.134). O investigador tem o papel de *«compreender os pontos de vista dos sujeitos e as razões que os levam a assumi-los.»* (Idem, p.138). Entrevistamos pessoas para saber delas aquilo que não se consegue observar directamente, tal como sentimentos, pensamentos e intenções, bem como comportamentos que aconteceram no passado. O propósito da entrevista é, portanto, compreender as perspectivas dos outros (Patton, 1980, citado por Merriam, 1991).

«O que as pessoas afirmam sobre as suas práticas não é suficiente para relevar as lógicas que as subtemem. (...) Embora a entrevista permita aceder às representações dos sujeitos (quer se trate de opiniões, de aspirações ou de percepções), só de forma imperfeita dá informações sobre as suas práticas.» (Albarello, 1997, p.88). Segundo Nisbet e Watt (1980), citados por Bell (1997), as entrevistas fornecem dados importantes, mas apenas revelam a forma como as pessoas apreendem o que aconteceu, e não o que aconteceu realmente. Assim, para complementar os dados das entrevistas, recorreremos à observação. A observação, a par com a entrevista, é um dos instrumentos básicos para a recolha de dados na investigação qualitativa (Lüdke e André, 1986).

A observação é uma técnica de recolha de dados, utilizando os sentidos, por forma a obter informação, de determinados aspectos da realidade. É um elemento básico da investigação científica. Ajuda o investigador a identificar e obter provas a respeito de objectivos sobre os quais os indivíduos não têm consciência, mas que orientam o seu comportamento. Obriga o investigador a um contacto mais directo com a realidade (Lakatos e Marconi, 1990).

Para Bell (1997), a observação directa pode ser mais fiável, em muitos casos, do que o que as pessoas dizem. Pode ser particularmente útil descobrir se as pessoas fazem o que dizem fazer, ou se se comportam da forma como afirmam comportar-se. Quer a observação seja estruturada ou não, participante ou não, o seu papel consiste em observar e registar da forma mais objectiva possível e depois interpretar os dados recolhidos.

São vantagens para esta técnica, segundo Lüdke e André (1986), o facto de a observação permitir chegar mais perto da 'perspectiva dos sujeitos' e a experiência directa ser melhor para verificar as ocorrências. Lakatos e Marconi (1990), apontam como vantagens o facto da observação permitir a evidência de dados que não vêm em entrevista e questionário. Também recorremos à análise documental, que pode ser uma técnica qualitativa de abordagem de dados, que complementa informações obtidas por outras técnicas, normalmente entrevistas e observação, ou revela aspectos novos (Lüdke e André, 1986; Quivy, 1992). Segundo Pardal e Correia (1995), o recurso a documentação e à análise documental é uma técnica de recolha de informação necessária em qualquer investigação.

Acabamos de justificar a utilização como técnicas de recolha de dados, o inquérito por questionário e por entrevista, a observação e a análise documental. Num capítulo mais adiante iremos descrever, para cada uma delas, como ocorreu no nosso estudo, a sua preparação e realização bem como os instrumentos que construímos e utilizámos.

CAP. 2 - CONTEXTO E DESCRIÇÃO DAS VÁRIAS FASES DA COMPONENTE EMPÍRICA

1. O campo de análise

O trabalho empírico a realizar teve como **campo de estudo**, uma escola da cidade da Amadora, mais especificamente alunos do 12º ano, do agrupamento 1, na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia - Bloco III, disciplina da componente de formação técnica dos Cursos Secundários Predominantemente Orientados para o Prosseguimento de Estudos - CSPOPE. A **população** era constituída por quatro turmas, três das quais a serem leccionadas pela professora que participou na investigação. Dessas três, uma tinha metade dos alunos a frequentar a disciplina de Biologia, e a outra metade a disciplina de Física. Nas outras duas, todos os alunos frequentavam Biologia. Assim, numa destas duas turmas efectuou-se a aula de autoscopia e a testagem do questionário e na outra desenvolveu-se o nosso estudo. A **amostra** foi então uma turma com quinze alunos. Escolher a amostra é um processo importante do qual pode depender a compreensão do fenómeno (Yin, 1989; Patton, 1990 citado por Stake). Raramente se consegue estudar toda a população que interessa ao investigador. Num estudo qualitativo, em que o objectivo é a compreensão de determinado fenómeno, não há regras para

o tamanho das amostras, sendo estas geralmente pequenas (Bogdan e Biklen, 1994). «*Nos estudos qualitativos interroga-se um número limitado de pessoas, a questão da representatividade, no sentido estatístico do termo não se coloca. O critério que determina o valor da amostra passa a ser a sua adequação aos objectivos da investigação*» (Albarelo et al., 1997).

Este estudo teve como **objecto de análise** a relação entre o trabalho experimental de investigação aberta com o desenvolvimento de competências científicas.

Uma investigação, para além da credibilidade deve respeitar princípios éticos.

«The right to research and acquire knowledge and the right of individual research participants to self-determination, privacy and dignity. A decision not to conduct a planned research project because it interferes with the participants' welfare is a limit on the first of these rights. A decision to conduct research despite an ethical questionable practice (...) is a limit on the second right.»

(Frankfort-Nachmias e Nachmias, 1992 citados por Cohen e Manion, 1994, p.367)

Eis o dilema ético fundamental para um cientista social para quem não existem respostas absolutamente verdadeiras ou falsas (Cohen e Manion, 1990).

O comportamento humano está sujeito a princípios éticos, regras e convenções. Também na prática investigativa isso acontece. O investigador deve assumir uma responsabilidade ética para com todos os participantes no seu estudo. Segundo Anderson (1990), os problemas éticos podem relacionar-se simultaneamente com o objecto de estudo e com os métodos e procedimentos utilizados. Existem como é sabido por todos, códigos de ética, regras de comportamento, que devem estar sempre presentes numa qualquer investigação. Por exemplo na escolha da unidade de análise pelo investigador, é deveras importante o consentimento dos participantes, como afirmam Bogdan e Biklen (1994). Assim, pedimos autorização ao Conselho Directivo da escola para a realização do estudo, conforme carta em anexo (Anexo N). Solicitámos a participação a todos os sujeitos envolvidos, de alguma forma, na investigação: à professora envolvida no estudo principal, à professora que leccionou a mesma disciplina à turma envolvida no estudo principal, nos 10º e 11º anos, e aos alunos, quer os envolvidos na aula de autoscopia, quer os envolvidos no estudo principal. Qualquer indivíduo

tem o direito de se recusar a participar ou de abandonar a investigação em qualquer ponto da mesma. Devem existir preocupações éticas desde a conceptualização do problema até à transmissão dos resultados. Segundo Bogdan e Biklen (1994), alguns princípios éticos gerais que orientam a investigação da maioria dos investigadores qualitativos devem ser: protecção da identidade dos sujeitos; anonimato (esta regra pode ser ignorada se os sujeitos envolvidos afirmarem que lhes é indiferente a divulgação das mesmas); respeito; clareza ao 'negociar' a autorização, o investigador deve ser explícito e respeitar o acordo até à conclusão do estudo; autenticidade na apresentação dos resultados. «*A característica mais importante de um investigador deve ser a sua devoção e fidelidade aos dados que obtém*» (Idem, p.77). Como nos refere ainda Stake «*qualitatives researchers are guests in the private spaces of the world. Their manners should be good and their code of ethics strict*» (p.244).

2. O plano de investigação empírico

Ultrapassado o momento de recolha de autorizações e consentimento de participação dos diversos intervenientes no estudo, passamos agora a explicitar as fases do nosso trabalho empírico, bem como as actividades realizadas em cada uma delas. De referir, desde já, que a construção do quadro teórico subjacente ao estudo empírico, foi uma actividade transversal que ocorreu durante toda a investigação.

1ª Fase do trabalho empírico

Esta primeira fase do trabalho empírico teve como objectivo, tomar conhecimento do contexto em que o estudo se iria desenvolver. Constituída por um estudo preliminar sobre o tipo de trabalho experimental em laboratório realizado pelos alunos durante o Ensino Secundário, teve como referencial a experiência própria da investigadora. Os resultados que obtivemos serão apresentados mais adiante, no capítulo - Contexto para análise.

Actividades realizadas:

- Análise de documentos: programas; manuais escolares adoptados na escola onde se realizou o estudo; processos individuais dos alunos que constituíram a nossa amostra. No que se refere aos programas, analisámos apenas o da disciplina de Técnicas Laboratoriais

de Biologia. Pensou-se analisar, também, o programa da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química, mas os dados obtidos a partir das entrevistas e questionário mostraram que os alunos nunca tinham realizado trabalho experimental de investigação em laboratório nessa disciplina.

- Revisão da literatura sobre o assunto.
- Entrevista semi-estruturada à professora que esteve envolvida neste estudo.
- Entrevista à professora que leccionou a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia aos alunos da população envolvida no estudo principal, no 10º e 11º anos.

2ª Fase do trabalho empírico

Estudo principal sobre a influência do trabalho experimental de investigação em laboratório no desenvolvimento de competências científicas nos alunos.

Actividades realizadas:

- Planificação da realização do trabalho empírico.
- Elaboração dos instrumentos de investigação.
- Formação da professora envolvida neste estudo:
 - Conversas informais entre a investigadora e a professora.
 - Reflexão inicial da professora sobre a sua prática e sobre a literatura consultada sobre o assunto, posteriormente uma reflexão conjunta entre a investigadora e a mesma professora.
 - Autoscopia sobre a orientação do trabalho experimental de investigação em laboratório, numa turma diferente da do estudo principal.
- Pré-testagem dos instrumentos de investigação.
- Recolha de dados:
 - Questionário administrado aos alunos da amostra.
 - Observação, pela investigadora, das aulas que foram analisadas no estudo.
 - Gravação das aulas em vídeo e áudio, transcrevendo-as depois na íntegra.
 - Elaboração dos relatórios pelos alunos sobre as investigações desenvolvidas.
 - Elaboração de documentos escritos pelos alunos, em diferentes momentos do nosso estudo (após a primeira e a terceira investigações experimentais).
 - Entrevista aos alunos da amostra em estudo.

- Entrevistas à professora para recolher a sua opinião sobre os resultados obtidos, bem como do decorrer de todo o processo, no final de cada investigação realizada pelos alunos.

Apresentamos no capítulo dos resultados, os dados obtidos no questionário, no sentido de proceder à caracterização dos alunos. Considerámos importante conhecer a razão da escolha pelos alunos do agrupamento 1 e da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia com o objectivo de verificarmos se as suas motivações se relacionam de alguma forma com o facto de terem uma componente prática.

3. As razões da escolha da professora envolvida no estudo

No que respeita à escolha da professora para intervir no estudo, a sua selecção ficou a dever-se ao facto de esta ser uma pessoa activa e aberta a novas experiências, mas também, a motivos operacionais. Houve necessidade de formar a professora, dado o facto de esta nunca ter realizado um trabalho experimental de investigação em laboratório com alunos. Tendo em vista a formação da professora, realizou-se uma autoscopia sobre o seu trabalho numa turma diferente da do estudo principal. A autoscopia realizada teve como finalidade a identificação dos comportamentos pedagógicos a adquirir ou a melhorar, e que iriam ser necessários à preparação e realização do trabalho experimental de investigação em laboratório. Na formação, o campo da autoscopia tem vindo a alargar-se de ano para ano. É utilizado em situações concretas e diversificadas.

«A técnica da autoscopia consiste num processo de auto-análise e avaliação que permite ao indivíduo rever-se na acção e conhecer-se melhor, tomando consciência dos seus pontos fortes e fracos, a fim de se aceitar e melhorar. Um docente (...) que visiona a lição (...) para analisar a sua 'performance', pratica autoscopia.»

(Ferreira, 1989, p. 8)

Existem vários esquemas de realizar autoscopia, «o fundamental é encontrar a fórmula adequada para cada situação» (*Idem*). No nosso caso o esquema seguido foi:

1 - *Preparação* - Clarificação dos objectivos e do processo de autoscopia. É de referir que a professora já tinha tido contacto com este processo, na sua formação de base.

2 - *Desenvolvimento* - Numa turma do 12º ano de Técnicas Laboratoriais de Biologia, diferente da envolvida no estudo principal, mas com características semelhantes, no que se refere ao número de alunos, ao agrupamento, à disciplina de componente de formação técnica e ao facto de terem a mesma professora a leccionar esta disciplina.

3 - *Visionamento* - O visionamento da sessão, foi feito pela professora conjuntamente com a investigadora.

4 - *Análise* - A professora é confrontada com a sua própria imagem, com a noção de que todo o processo visa o diagnóstico dos comportamentos a melhorar e por consequência, do seu próprio aperfeiçoamento pedagógico.

5 - *Síntese* - No final do processo de autoscopia a professora reconheceu os pontos fortes e fracos, identificando quais os aspectos a melhorar na sua acção pedagógica, e necessários à preparação e realização do trabalho experimental de investigação.

A formação da professora envolvida no estudo, como já referimos, iniciou-se com uma auto-reflexão sobre a sua prática e também sobre a literatura por si consultada, referente ao papel do trabalho experimental no ensino das ciências, passando por uma reflexão conjunta entre investigadora e professora e posteriormente pela realização de um processo de autoscopia. Todo este processo vai de encontro ao uso da reflexão na formação de professores, ao conceito de professor como prático reflexivo, onde *«o processo de compreensão e melhoria do ensino [do professor] deve começar pela reflexão sobre a sua própria experiência»* (Zeichner, 1993, p.17). Permitiu, ainda, à professora tomar conhecimento de estratégias alternativas de ensino e aprendizagem das ciências, de que existem diferentes opções, dos diversos tipos de trabalho experimental que pode realizar, em conhecer como os alunos aprendem Ciência e que estratégias de ensino são mais adequadas para cada objectivo que pretenda atingir. Todo este processo permitiu:

«A reflexão sobre a acção e sobre a reflexão-na-acção (reflexão crítica segundo Habermas) [que] pode considerar-se como a análise que o indivíduo realiza 'a posteriori' sobre as características e processos da sua própria acção (...) Na reflexão sobre a acção, o profissional prático, liberto dos condicionalismos da situação prática, pode aplicar os instrumentos conceptuais e as estratégias de análise no sentido da compreensão e da reconstrução da sua prática» (Gómez, 1992, p.105)

A professora fez uma reflexão sobre a sua prática. Se atentarmos na entrevista final que lhe fizemos, e que apresentamos na terceira parte deste estudo, verificamos que existiu formação pela prática. E, *«reflectir criticamente sobre as práticas de ensino das ciências, e encetar acção para as melhorar, constitui a marca que distingue uma profissão envolvida na sua autmelhoria e autodesenvolvimento»* (Dana et al., 1998, p.121).

4. A realização do estudo em sala de aula

O estudo em sala de aula, que se realizou no ano de 1998, ocorreu em quatro momentos. O primeiro, uma aula teórica de três horas em que a professora apresentou os conceitos, que iriam servir de base ao trabalho de investigação. Posteriormente, três sequências de aulas, de três horas lectivas cada, tendo estas decorrido nos meses de Março e Abril. O tempo que medeou cada um destes momentos de observação foi de uma semana, pelo facto dos alunos terem a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia apenas uma vez por semana, sendo a carga lectiva de três horas consecutivas. No final de cada aula era indicado aos alunos o tópico sobre o qual iria incidir a realização da actividade experimental seguinte. Os alunos dispunham, assim, de uma semana para pensarem num problema e fundamentarem-se teoricamente sobre o mesmo. Depois tinham a aula onde procediam à execução da experiência planeada. Dispunham de mais cinco dias para terminarem o trabalho de investigação até a entrega dos relatórios à professora, que os recebia e analisava, para na aula seguinte, dar um *feedback* da forma como tinham decorrido as investigações. Só na última actividade de investigação, dado que ocorreram as férias da Páscoa, os alunos tiveram mais tempo para equacionar o problema e para a consequente preparação da investigação, neste caso um tema livre dentro do âmbito da Biologia. Assim sendo, a terceira investigação só se realizou no início do 3º período, já em finais do mês de Abril.

As duas primeiras investigações versaram o conteúdo programático disciplinar - Coordenação Nervosa, durante duas sequências de aulas. A escolha conjunta do tema pela professora e pela investigadora ficou limitada pelo facto de ser o tópico que se seguia no programa. Os alunos já traziam algum conhecimento do tema pois este já tinha sido abordado no 8º ano de Biologia e em Técnicas Laboratoriais de Biologia II no 11º ano. Também, já neste ano, o tinham abordado nas disciplinas de Psicologia e de Biologia. A introdução do tema livre na terceira investigação ficou a dever-se ao interesse em verificar a capacidade dos alunos seleccionarem um tema relevante, e em conhecer as dificuldades e as vantagens

resultantes de uma investigação com maior grau de abertura comparativamente às anteriores em que o tema de estudo lhes tinha sido proposto.

O planeamento das aulas feito pela professora, teve por base o programa oficial da disciplina, mas tendo também como objectivo, os alunos aprenderem a realizar uma investigação experimental em laboratório, para além dos referenciados no programa e que se prendem com a compreensão dos conteúdos. No programa, na unidade de ensino/aprendizagem 2 - Coordenação Neuro-Hormonal, onde se descrevem os objectivos e os conteúdos, são propostas as estratégias/actividades, bem como, os recursos educativos a utilizar. No que se refere à coordenação nervosa, é proposto, e passamos a citar, o *«estudo experimental de casos relativos a aspectos de comportamento de seres vivos (...) analisar as condições experimentais e respectivas respostas, interpretar os resultados.»* (p.34). São propostas actividades de observação com dissecação de organismos, ou partes dos mesmos, observação de esquemas ou fotografias, interpretação de gráficos, observações de preparações definitivas várias, actividades de discussão e sugestões de actividades experimentais simples. No final destas sugestões é referido que nos trabalhos experimentais propostos se torna evidente a flexibilidade da planificação. Daí que, apesar de não ser indicado directamente a realização de trabalho experimental de investigação, se dá liberdade ao professor de utilizar vários tipos de trabalho experimental. Além de que, nas finalidades inicialmente referidas no mesmo programa bem como na nota introdutória, afirma-se que o:

«Trabalho de laboratório não pode ter carácter rotineiro e meramente demonstrativo, mas antes evidenciar um sentido de pesquisa integrando a planificação, execução, controlo de variáveis, interpretação de resultados e avaliação das actividades. Deve pois conduzir à compreensão real das questões estudadas e até permitir a formulação de novos problemas.» (p.7).

Ou na orientação das estratégias de ensino/aprendizagem que:

«As estratégias que se afiguram adequadas ao desenvolvimento de atitudes e capacidades e à construção do conhecimento são diversificadas. De salientar o papel importante do trabalho laboratorial, o que não deve ter carácter rotineiro e meramente demonstrativo. Deve sim implicar, por exemplo, a

resolução de problemas, constituir pontos de partida para o desenvolvimento de actividades ou de pequenos projectos de pesquisa.» (p.9).

No decurso destas aulas os alunos trabalharam em grupos de trabalho, já anteriormente constituídos para outras actividades na disciplina. Assim, a turma estava organizada em três grupos com quatro elementos e um com apenas três. Procurámos que os alunos tivessem à sua disposição o maior número possível de material biológico, o que nem sempre foi fácil.

5. Os recursos da Escola

Alguns recursos da escola foram considerados importantes, dado que os alunos os utilizaram no trabalho de investigação, nomeadamente, os laboratórios e a biblioteca. A escola onde se desenrolou este estudo possui dois laboratórios de Biologia e respectivos biotérios, uma sala de preparação e duas arrecadações de material. Dispõe de material laboratorial, diapositivos e quadros murais (mapas). Possui equipamento de laboratório tais como: uma estufa, uma incubadora, uma centrífugadora, um autoclave, uma balança de precisão electrónica e um contador de colónias. Possui, ainda, equipamento variado como retroprojector, projector de diapositivos e microprojector. Dispõe de diverso material biológico, nomeadamente espécies vegetais mais utilizadas em laboratório; e alguns animais, nomeadamente tartarugas, peixes e aves. A Biblioteca da escola possui, segundo a professora, um leque relativamente vasto de títulos no que respeita à Biologia. Tem um sistema informático instalado com uma base de dados em que se podem encontrar vários temas entre os quais os relacionados com a Biologia. Dispõe de ligação à Internet, a que os alunos podem recorrer com marcação prévia da hora. A professora diz que a Biblioteca está a ser actualizada, quanto a livros, afirmando que ela própria, como Directora de Instalações, comprou recentemente mais alguns. Possui todos os manuais adoptados, bem como diversos livros de apoio de índole técnico-científica, como por exemplo, *Introdução à Biologia e Química Orgânica* da Fundação Calouste Gulbenkian, ou ainda, algumas enciclopédias, como uma de História Natural. Qualquer deste material está disponível e pode ser utilizado por todos os interessados, alunos ou professores.

CAP. 3 - TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

Um momento muito importante num procedimento de investigação é o da recolha de informação. Nesta etapa, inicia-se a administração dos instrumentos elaborados e a utilização das técnicas seleccionadas, a fim de se efectuar a recolha de dados prevista. Os procedimentos possíveis são vários e variam de acordo com o tipo de investigação. As técnicas de pesquisa devem ser adaptadas ao problema, objectivos de investigação e ao tipo de dados a investigar. Os instrumentos metodológicos escolhidos dependem da referência teórica da investigação (Albarelo et al., 1997). Como atrás referimos e justificámos, utilizámos como técnicas de recolha de dados o inquérito por questionário e por entrevista, a observação de aulas e a análise documental.

Todas as técnicas e instrumentos utilizados foram construídos com determinado objectivo e com base no quadro teórico no qual nos apoiamos. Por exemplo, no inquérito de investigação (questionário e entrevista), o que está em 'jogo' é um desejo de conhecimentos. Interpretamos o que ouvimos relativamente aos nossos quadros de pensamento. O saber teórico do investigador ocupa o pano de fundo da prática da entrevista (Albarelo et al., 1997). Existe um quadro teórico de referências e objectivos específicos para os inquéritos realizados. Também o conteúdo das observações depende dos objectivos que derivam dum quadro teórico (Lüdke e André, 1986), bem como a análise documental.

No mesmo sentido, Merriam (1991) considera que a observação permite registar o comportamento tal como ele acontece, mas são o quadro teórico, o problema ou as questões de interesse que determinam o que se deve observar.

Iniciaremos agora a descrição dos procedimentos e objectivos específicos para cada técnica, bem como os instrumentos elaborados que foram utilizados na recolha de dados.

1. Inquérito por questionário

O questionário é um instrumento de recolha de dados, constitui-se por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do investigador (Lakatos e Marconi, 1990).

O questionário utilizado nesta investigação na turma, que constituiu a nossa amostra, e que apresentamos no Anexo A, foi desenhado com o intuito de caracterizar os alunos face à sua opção curricular e de conhecer a sua opinião sobre a realidade do trabalho experimental

permitindo-nos, posteriormente, estabelecer uma comparação entre o trabalho experimental realizado habitualmente pelos alunos e o de investigação. Desta forma teve como objectivos procurar saber:

- o porquê da escolha pelos alunos deste agrupamento e opção curricular;
- em que disciplinas tinham já realizado trabalho experimental e como tinha sido realizado;
- a opinião dos alunos sobre que vantagens reconhecem ao tipo de trabalho experimental que realizam normalmente.
- a sua opinião sobre a forma como deveriam decorrer as aulas na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia - Bloco III.

O questionário é constituído por cinco questões, subdivididas em sete alíneas. Contém três perguntas abertas e duas semiabertas dependendo do objectivo de cada questão. Teve-se em consideração, na sua construção, o tipo de respondentes, evitando por isso o recurso a uma linguagem demasiado especializada, tornado-o, assim, compreensível.

São várias as vantagens apontadas a este tipo de instrumento e às quais já nos referimos anteriormente, todavia como afirma Gall et al., (1996), este método tem as suas desvantagens, pois apesar de ser mais abrangente, e de os alunos demorarem menos tempo a responder, as questões não permitem saber em profundidade a opinião e os sentimentos dos respondentes. Isso levou-nos à recolha de dados complementares, e a que, em entrevistas posteriores, tivéssemos aprofundado algumas questões, de modo a obtermos respostas mais completas. O facto de não ser possível alterar as questões que o sujeito possa não ter compreendido, ou seja, a impossibilidade de ajudar quem responde em questões mal compreendidas (Gall et al., 1996; Lakatos e Marconi, 1990) é mais uma das desvantagens deste tipo de instrumento.

Esta última desvantagem apontada, foi por nós minimizada, pelo facto de ter sido levada a cabo uma aferição das questões propostas no questionário através de uma pré-testagem do mesmo. O pré-teste, serve para verificar se o questionário é fidedigno, válido e operativo (Lakatos e Marconi, 1990). Como referem, estes autores, o pré-teste *«deve ser aplicado numa população com características semelhantes à que será alvo de estudo»*. Também, para Bell (1997), *«o ideal seria testar o questionário com um grupo semelhante ao que constitui a população do seu estudo»* (p.110). Assim, testámos o questionário antes da sua administração definitiva numa turma do 12º ano, do mesmo agrupamento, com a mesma disciplina de formação técnica (Técnicas Laboratoriais de Biologia Bloco III) com alunos da mesma professora do estudo principal.

Neste estudo, seguiram-se diferentes passos para a construção e administração do questionário. Assim, tendo sido já definidos os objectivos de investigação e seleccionada a amostra, desenhou-se o formato do questionário, procedeu-se ao pré-teste do mesmo e efectuou-se o pré-contacto com os alunos que constituem a amostra. A investigadora identificou-se, transmitiu o propósito do estudo e pediu cooperação. Antes da primeira aula observada, a professora da disciplina distribuiu o questionário de administração directa (Quivy, 1992). Posteriormente, analisaram-se os dados obtidos. Para essa análise, recorreu-se à estatística descritiva. Não se utilizaram métodos estatísticos mais sofisticados pelo facto de ser uma amostra reduzida. As questões abertas foram 'tratadas' através de análise de conteúdo, processo que explicaremos mais adiante.

2. As entrevistas

Como já anteriormente explicitamos e tecemos algumas considerações sobre a utilização desta técnica de recolha de dados, e da razão da utilização da entrevista nesta investigação, passamos agora a justificar o tipo de entrevista seleccionado, bem como as vantagens e desvantagens do seu uso. Para além disso descreveremos a programação e a realização das mesmas.

O formato de entrevista em investigação qualitativa varia quanto ao grau de estrutura, (Borg, 1996; Bogdan e Biklen, 1994). Existem autores que defendem a existência de um *continuum* de formalidade na entrevista (Grebienik e Moser, 1962, citado por Bell, 1997; Albarello et al., 1997). Num extremo encontra-se a entrevista formal em que, a entrevista é estruturada a partir de um objecto de estudo estritamente definido. No outro, a entrevista é completamente informal em que o entrevistador intervém o menos possível.

O tipo de entrevista escolhido depende do propósito do observador (Lakatos e Marconi, 1990); é baseada no objectivo da investigação (Bogdan e Biklen, 1994). Assim, e ainda atendendo aos objectivos para cada entrevista realizada, bem como às características da população alvo, optámos por entrevistas semi-estruturadas, situando-nos num nível intermédio do *continuum*. Citando Bell (1997):

«Uma entrevista é mais do que uma conversa interessante (...) É importante dar liberdade ao entrevistado para falar sobre o que é de importância central para ele, em vez de falar sobre o que é importante para o entrevistador, mas o

emprego de uma estrutura flexível, que garanta que todos os tópicos considerados cruciais serão abordados, eliminará alguns problemas de entrevista sem qualquer estrutura (...) Nos casos em que seja necessário obter uma informação específica, convém, geralmente, estabelecer uma estrutura» (p.121, 122).

Segundo Merriam (1991), nas entrevistas semi-estruturadas pretende-se obter certas informações de todos os entrevistados. Entrevistas guiadas por uma lista de questões ou assuntos a serem explorados, mas nem as palavras exactas, nem a ordem das questões é pré-determinada, ou seja, desenrola-se a partir de um esquema básico, porém não rigidamente aplicado, permitindo, se necessário, adaptações. Usando-se uma questão aberta, permite-nos ir mais longe, para obter informação adicional (Gall et al., 1996; Merriam, 1991; Lüdke e André, 1986). Resumindo com as palavras de Pardal e Correia (1995):

«A entrevista semi-estruturada nem é inteiramente livre e aberta (...) nem orientada por um leque inflexível de perguntas estabelecidas à priori. Naturalmente, o entrevistador possui um referencial de perguntas-guia, suficientemente abertas, que serão lançadas à medida do desenrolar da conversa, não necessariamente pela ordem estabelecida no guião, mas antes, à medida das oportunidades, nem, tão-pouco tal e qual foram previamente concebidas e formuladas (...) Entretanto, o questionamento do entrevistador vai surgindo, de modo tão natural quanto possível, com precisão e sentido de oportunidade. A intervenção do entrevistador tem como finalidade encaminhar a comunicação para os objectivos da entrevista (...) suscitando o aprofundamento da informação requerida - de elementos compreensivos que, naturalmente, o entrevistado deixe escapar»

Entendamos esta necessidade do entrevistador, de fazer perguntas, como um processo com o intuito de clarificar a informação obtida. Este é um processo que requer alguma flexibilidade. A entrevista semi-estruturada exige um compromisso entre a directividade e a não directividade (Pardal e Correia, 1995). Este tipo de entrevista tem a vantagem de fornecer um nível razoável de dados através dos respondentes, mas de grande profundidade, muito mais que a entrevista estruturada (Gall et al., 1996). Também para Bogdan e Biklen (1994), nas

entrevistas semi-estruturadas obtêm-se dados comparáveis entre os vários sujeitos. Albarello et al., (1997), usa para este tipo de entrevista a denominação de semidirectiva. O seu procedimento permite explorar livremente o pensamento do outro, permanecendo ao mesmo tempo no quadro do objecto de estudo. O papel do entrevistador é o de seguir a linha de pensamento do entrevistado, ao mesmo tempo que zela pela pertinência das afirmações relativamente ao objectivo da pesquisa.

Planificação e realização das entrevistas

A planificação de uma entrevista exige diversas medidas. Tem que se planear tendo em conta o objectivo a ser alcançado e atendendo também ao tipo de entrevistados. O planeamento das entrevistas, teve em conta os nossos objectivos para esta investigação, objectivos centrados nos alunos, mais do que na evolução da própria professora. Utilizou-se a entrevista em várias fases da investigação. Para facilidade de leitura cada entrevista foi designada por uma letra, o que traduz, também, a sequência temporal em que ocorreram as entrevistas. Com as duas primeiras entrevistas (A e B) pretendeu-se caracterizar o tipo de trabalho experimental realizado habitualmente pelos alunos e, posteriormente, estabelecer-se uma comparação entre esse tipo de trabalho e o de investigação realizado no âmbito deste estudo. As entrevistas C, D e E foram realizadas com o intuito de alcançar os objectivos deste estudo, nomeadamente o de compreender as dificuldades e vantagens apresentadas pelos alunos quanto à realização de trabalho experimental de investigação, bem como compreender se este tipo de trabalho promove o desenvolvimento de competências científicas. O planeamento das entrevistas foi efectuado de acordo com objectivos de cada uma, os quais passamos a enumerar:

Fase I do trabalho empírico - No estudo preliminar:

Entrevista A - efectuada à professora envolvida no estudo.

- Objectivos:

- Conhecer como ela realiza normalmente as suas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia;

- Saber se existe relação entre as disciplinas ditas 'mais teóricas' (Biologia e Ciências da Terra e da Vida) e as disciplinas práticas (Técnicas Laboratoriais de Biologia);
- Saber a sua opinião sobre as aulas que lecciona e se considera que atinge os objectivos da disciplina;
- Saber qual o grau de conhecimento sobre investigações abertas.

Entrevista B - efectuada à professora que leccionou a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia no 10º e 11º ano à turma envolvida no estudo principal.

- Objectivos:

- Compreender o tipo de trabalho experimental que os alunos têm vindo a realizar nos anos anteriores à realização do estudo na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia;
- Conhecer a opinião da professora sobre as próprias aulas que lecciona e a relação com os objectivos pretendidos para a disciplina;
- Identificar os factores limitantes à sua acção;
- Saber a sua opinião sobre os temas do programa (possível articulação teórico-prática).

Fase II do trabalho empírico - No estudo principal:

Entrevista C - efectuada à professora envolvida no estudo após a primeira investigação realizada pelos alunos.

- Objectivos:

- Avaliar a forma como decorreu a aula;
- Identificar as vantagens e dificuldades apresentadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação.

Entrevista D - efectuada à professora envolvida no estudo após a segunda investigação realizada pelos alunos.

- Objectivos:

- Aprofundar os dados recolhidos na entrevista já realizada após a primeira investigação;
- Identificar as diferenças apresentadas pelos alunos da primeira para a segunda investigação realizada pelos mesmos.

Entrevista E - efectuada aos alunos envolvidos no estudo principal após a segunda investigação.

- Objectivos:

- Confirmar, da parte dos alunos, que estas foram as primeiras investigações que realizaram nas aulas;
- Conhecer e compreender as competências mobilizadas:
 - as etapas por eles seguidas;
 - as etapas em que sentiram mais dificuldades e porquê;
 - as vantagens apontadas a este tipo de aula (aprofundar as vantagens já apontadas por escrito aquando da primeira investigação no documento I);
 - as diferenças que sentiram entre a primeira e a segunda investigação (nomeadamente no que respeita às etapas seguidas e dificuldades sentidas).

Entrevista F - efectuada à professora envolvida no estudo após a terceira investigação (tema livre).

- Objectivos:

- Avaliar o grau de consecução dos objectivos que se propunha;
- Avaliar o impacto formativo do estudo na mudança de práticas da professora (a realização com mais frequência de investigações nas aulas da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia)

Para cada entrevista houve uma preparação específica, foi desenhado o formato, os tópicos foram seleccionados, foi preparado um plano apoiado num guião - conjunto de pontos que desejávamos explorar - e consideramos ainda a forma como as questões seriam analisadas.

O guião de entrevista específica as questões, serve de roteiro, «*enuncia os temas a abordar com o objectivo de intervir de maneira pertinente para levar o entrevistado a aprofundar o seu pensamento ou a explorar uma questão nova de que não fala espontaneamente. O guião (...) é um sumário, recorre-se a ele respeitando o mais possível a ordem de exposição do pensamento do entrevistado*» (Albarelo et al., 1997, p.110). Apresentamos os guiões das nossas entrevistas nos Anexos B, C e D.

As entrevistas foram sendo efectuadas em diferentes momentos da investigação, dado existirem diferentes objectivos para cada uma delas, já supra citados. As entrevistas, realizaram-se em horas previamente fixadas com os respectivos entrevistados, sendo o local

escolhido a sala de preparação, contígua ao laboratório de Técnicas Laboratoriais de Biologia por ser uma sala que se encontra quase sempre disponível. Tentou-se estabelecer sempre um clima de confiança, com respeito pelo entrevistado e capacidade de ouvir por parte da investigadora. Todas as entrevistas foram gravadas em áudio tendo para isso sido obtida a permissão prévia dos entrevistados. Procedeu-se à transcrição integral das entrevistas (Anexos B, C e D), tendo sido as respostas posteriormente analisadas com recurso à análise de conteúdo, processo que descreveremos num capítulo adiante.

A técnica da entrevista também tem limitações. Gall et al. (1996) consideram difícil padronizar as situações de entrevista de forma a que o entrevistador não influencie as respostas. Igualmente, Lakatos e Marconi (1990) falam da possibilidade do entrevistado poder ser influenciado pelo entrevistador, consciente ou inconscientemente, pelo seu aspecto físico, pelas suas atitudes, ideias ou opiniões.

Já anteriormente nos referimos aos cuidados a ter com a possibilidade de ocorrerem 'desvios' do investigador. No caso concreto da entrevista, Bell (1997) afirma que esta é «*uma técnica altamente subjectiva, havendo por isso sempre o perigo de ser parcial*» (p.118). Sendo os entrevistadores seres humanos e não máquinas (Selltiz, 1962, citado por Bell, 1997), e como nos referem Albarello et al., (1997), sendo o entrevistador quem provoca a entrevista, solicita ao interlocutor informações úteis para os objectivos, em geral, estabelecidos independentemente da pessoa interrogada. Existe sempre, assim, o perigo de ocorrer o factor parcialidade. Segundo os mesmos autores, importa minimizar o impacto de possíveis influências, mas sobretudo poder detectá-las e interpretá-las como elementos que fazem parte da relação social inquiridor/inquirido, e que são, consequentemente, susceptíveis de análise.

A entrevista mais do que uma técnica, é uma arte, não é simplesmente um meio de 'x' obter informação de 'y'. «*A entrevista constitui um processo de interacções entre x e y e se as informações vão de y para x, o valor da comunicação por sua vez, depende tanto, se não mais de x como de y.*» (Albarello et al., 1997, p.96). Assim, segundo os mesmos autores, «*ao colocarmos frente a frente dois sujeitos com a sua subjectividade, não podemos garantir que as informações obtidas sejam idênticas noutra situação de interacção. É igualmente impossível garantir uma comparabilidade perfeita dos dados, uma vez que o dispositivo de interrogação não pode ser rigorosamente idêntico.*» (Idem, p.85). É pois difícil encontrar um equilíbrio entre a objectividade total e a tentativa de colocar o entrevistado à vontade (Bell, 1997). Entre a directividade total e a não directividade, a flexibilidade da entrevista não se

traduz por uma completa espontaneidade do entrevistado nem pela neutralidade total do entrevistador (Pardal e Correia, 1995).

Lakatos e Marconi (1990) referem ainda como limites da entrevista a possibilidade da existência de dificuldade de expressão e comunicação, quer do entrevistador, quer do entrevistado, dando origem a incompreensão do significado das perguntas, logo à possibilidade de ocorrerem más interpretações. Também, a disposição do entrevistado para dar as informações pretendidas e o facto da entrevista ocupar muito tempo, são limitações apontadas por estes autores. Esta última limitação é também apontada por Bell (1997).

Algumas limitações podem ser minimizadas. Desde o momento da formulação das primeiras questões o pensamento organiza-se e dispõe já de um fundo interpretativo. O entrevistador deve assim assumir uma posição de lucidez perante si próprio, sabendo manter distância relativamente às suas próprias percepções, a fim de captar pensamentos diferentes do seu. Também, em relação à incompreensão do significado das perguntas, logo à possibilidade de más interpretações, principalmente no que se refere às entrevistas aos alunos, houve sempre o cuidado de evitar uma linguagem demasiado especializada tentando ser-se compreensível. Para estimular uma conversa é preferível ao investigador utilizar o vocabulário do entrevistado, e não os termos do guia, não utilizar o mesmo vocabulário que utiliza para definir o seu quadro de pesquisa, traduzindo as preocupações em indicadores concretos e compreensíveis pelo interlocutor (Albarello et al., 1997; Bell, 1997), neste caso concreto, acessíveis aos alunos.

Procedeu-se ao registo áudio das entrevistas. Apesar do risco que a presença do gravador pode provocar, no sentido de mudar a situação da entrevista, apresenta várias vantagens, sendo a mais importante o facto de reduzir a tendência do entrevistador para fazer uma selecção inconsciente dos dados que favorecem desvios, pois fornece uma completa gravação verbal (Gall et al., 1996).

Dado que uma situação é descrita através de juízos de valor do locutor, o investigador deve socorrer-se de procedimentos que lhe permitam verificar as afirmações do entrevistado (Albarello et al., 1997). Tal como nos afirma Merriam (1991), os dados da entrevista semi-estruturada podem ser comparados com os obtidos por outras técnicas para dar validade à informação obtida. Assim, por exemplo, nas entrevistas aos alunos comparamos as respostas de diferentes entrevistados, nomeadamente em alunos do mesmo grupo, no que respeita às etapas por eles seguidas no decurso de cada investigação. E, como também já anteriormente foi por nós referido, complementámos as informações orais obtidas nas entrevistas, com as

provenientes dos documentos escritos pelos próprios sujeitos, bem como, com os dados recolhidos por observação. Ou seja, realizámos triangulação metodológica.

3. A observação de aulas

Neste estudo, no que se refere à atitude do observador, a observação realizada foi não participante. O investigador esteve em contacto com o grupo e a realidade estudada, mas sem se integrar nela, manteve-se de fora. O observador foi essencialmente um espectador (Pardal e Correia, 1995; Lakatos e Marconi, 1990). Mas, e citando Lakatos e Marconi (1990), *«isso, porém, não quer dizer que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um fim determinado»* (p.188). Realizámos a observação com o objectivo de identificar as competências que os alunos mobilizaram durante o trabalho de investigação, bem como as dificuldades que os mesmos sentiram, e ainda, como complemento dos dados obtidos por inquérito e análise documental. Apesar de não termos categorias prévias de análise sabíamos o que íamos observar.

Quanto ao processo de observação, tratou-se de uma observação directa, dado ter sido a própria investigadora que procedeu à recolha das informações, sem se dirigir aos sujeitos observados (Quivy, 1992). Usamos, segundo Costa (1986), a designação de observação directa num sentido restrito, para designar o conjunto de técnicas de observação visual e auditiva, não envolvendo interações verbais específicas com o observador.

Na observação directa existe o impacto da presença do investigador e das acções da recolha de informação. O observador/investigador afecta o que é observado. Trata-se do 'efeito do observador' referido por autores como Costa (1986), Lüdke e André (1986), Merriam (1991), Bogdan e Biklen (1994) e Bell (1997) e que pode provocar alterações no ambiente ou no comportamento das pessoas. A presença do investigador não pode deixar de ser notada e de se revelar altamente interferente, *«na interacção social não se pode não comunicar»* (Costa, 1986, p.129). Um observador dificilmente poderá passar despercebido, mas o objectivo é ser o mais discreto possível, de forma a que o comportamento observado se aproxime o mais possível do normal (Bell, 1997). Não é possível eliminar todos os efeitos que produz a interferência provocada pela presença do investigador (Bogdan e Biklen, 1994). *«A questão não está, pois, em supostamente evitar a interferência, mas em tê-la em consideração, controlá-la e objectivá-la, tanto quanto isso for possível»* (Costa, 1986, p.135). Devemos, pois, ter em conta esses efeitos na produção e interpretação dos dados (Merriam,

1991), e o investigador deverá tentar compreender os efeitos que produz mediante conhecimento do contexto (Bogdan e Biklen, 1994).

Para além do problema da interferência do investigador/observador, a possibilidade de a duração dos acontecimentos poder ser variável e dos factos poderem ocorrer em simultâneo são também limitações à realização da observação (Lakatos e Marconi, 1990). No nosso caso concreto, o trabalho experimental de investigação realizado pelos alunos aconteceu dentro e fora da aula, tendo a investigadora só observado as actividades desenvolvidas no espaço aula. O que aconteceu na aula foi somente uma parte do processo. Os alunos eram informados com antecedência do tema, ou da sua não existência. Era-lhes pedido que consultassem bibliografia, por forma a fundamentarem-se teoricamente em relação ao mesmo, e ainda que equacionassem um problema que gostariam de investigar. Após a aula tinham ainda alguns dias para terminarem o relatório, que deveriam entregar à professora. É por este motivo que, nos extractos dos registos da observação aqui referidos (Anexos E, F e G), somente aparece parte do trabalho dos alunos, não nos sendo, pois possível verificar as dificuldades que existiram em todo o processo. Este aspecto é minimizado ao cruzarmos os dados da observação com os dos relatórios, que, ainda que, não mostrem o processo em si, traduzem na totalidade o trabalho realizado na aula e fora dela. Assim, os dados obtidos foram complementados com os dos relatórios elaborados pelos alunos e ainda com os dados obtidos das entrevistas aos alunos. Também o facto de os alunos terem trabalhado em grupo, quatro grupos em simultâneo, tornava um pouco mais difícil, que um único investigador os observasse. Assim, optou-se por filmar o que se passou nas aulas, recorrendo-se para esse efeito, à utilização de uma máquina de filmar para cada grupo, isto na primeira investigação. Na segunda investigação pela dificuldade que se sentiu no que se refere à captação de som no registo vídeo, e porque, como afirma Merriam (1991), quanto mais completas as gravações, mais fácil será analisar os dados, optou-se ainda por colocar sobre cada mesa um gravador para registo áudio por grupo, para além da máquina de filmar. Para além destes registos da observação em todas as aulas, a investigadora tomou anotações, com o objectivo de ter uma imagem das dinâmicas globais da turma, tentando captar o desenvolvimento sequencial da aula, procurando estar atenta a tudo quanto se passava. Os meios utilizados na observação foram, assim, o caderno de notas, as máquinas de filmar e os gravadores áudio.

A montagem dos equipamentos necessários para cada observação era efectuada no laboratório antes da aula se iniciar. Durante a aula, a investigadora circulava, tomando anotações e verificando se os equipamentos de registo vídeo e áudio funcionavam em perfeitas

condições. De referir que a investigadora já tinha realizado este tipo de observação na aula de autoscopia, tendo assim verificado a adequação do mesmo.

Continuando a explicitar o procedimento efectuado. Realizámos a observação em quatro momentos, que já explicitámos no ponto- Realização do estudo em sala de aula. Foi, para os alunos do estudo principal, a primeira aula observada que lhes permitiu habituarem-se à presença do equipamento bem com à presença da investigadora. No final de cada momento de observação (três horas), transcreveu-se toda a informação que tinha sido registada em vídeo e áudio para registo escrito, tendo sido esta operação efectuada pela investigadora. As transcrições foram posteriormente tratadas por análise de conteúdo e que serviram para identificar os aspectos comportamentais que tinham sido previamente determinados, como relevantes para o estudo. De referir que, por vezes, a investigadora ao registar o que observava (anotação e transcrição das gravações) ia incluindo no registo comentários de carácter interpretativo.

Pelo facto das condições de gravação não serem perfeitas e, muitas vezes, as câmaras gravarem os ruídos de fundo dos vários grupos, não foi possível, nestas condições captar, na totalidade, todos os diálogos dos diferentes grupos. Obtivemos mais descrições dos acontecimentos observados pela investigadora no visionamento dos registos vídeo, do que propriamente com os diálogos. Ainda assim há episódios que utilizaremos para demonstrar determinados acontecimentos que consideramos relevantes.

4. A análise documental

Documentos são quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fontes de informação sobre o comportamento humano, inclusive pareceres, cartas ou outros (Phiplips, 1974, citado por Lüdke e André, 1986). Segundo Pardal e Correia (1995), sempre que possível o investigador deve recorrer às fontes primárias, aquelas que surgem durante o período de investigação (Bell, 1997), como é o caso dos documentos pessoais. Documentos pessoais, em sentido lato, refere-se a qualquer tentativa feita na primeira pessoa que descreva as acções, experiências e crenças do indivíduo (Plummer, 1983; Taylor e Bogdan, 1984, citados por Bogdan e Biklen, 1994). Merriam (1991), cita Taylor e Bogdan (1984), para os quais, documentos pessoais referem-se a «*individuals' written first-person accounts of the whole or parts of their lives or their reflections on a specific event or topic*» (p.111). Para

esta autora os documentos pessoais são ainda uma fonte de confiança, no que diz respeito a atitudes, crenças e formas ou perspectivas de ver o mundo.

Neste estudo os documentos pessoais foram utilizados no sentido restrito dos materiais que os sujeitos escrevem por si próprios. Os documentos pessoais recolhidos e analisados podem não ser solicitados pelo investigador como os diários e autobiografias, mas por vezes os investigadores pedem às pessoas que os escrevam.

Efectuámos análise documental, ou seja, os procedimentos metodológicos a serem seguidos na análise de documentos (Lüdke e André, 1986). Primeiro, seleccionámos o tipo de documento. Usámos documentos pessoais, tendo sido utilizados textos escritos pelos alunos (Anexo H, I e J); documentos técnicos, relatórios de cada investigação realizada por cada grupo (Anexos K, L, M e N); e documentos oficiais do arquivo escolar, de registo dos alunos. Em segundo lugar, procedemos à análise propriamente dita dos dados, por análise de conteúdo. Explicitaremos mais adiante como se procedeu a esta etapa de análise de dados. Estes dados, que foram complementados, permitiram-nos rectificar ou validar informações obtidas por outras técnicas, como já foi referido anteriormente, com os dados obtidos através de entrevistas e observação de aulas.

Foi pedido aos alunos que escrevessem os documentos pessoais em distintos momentos deste estudo. O primeiro, que designámos de Documento I, foi escrito após a primeira investigação realizada pelos alunos, pretendendo conhecer-se o tipo de trabalho experimental que os alunos vinham realizando nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia, bem como conhecer as dificuldades e vantagens que sentiram ao realizarem as investigações experimentais. A análise deste documento tinha então os seguintes objectivos:

- Conhecer a opinião dos alunos sobre as diferenças que encontram entre o tipo de trabalho experimental que usualmente realizam nas aulas e o trabalho experimental de investigação em laboratório realizado por eles agora pela primeira vez;
- Conhecer as dificuldades que sentiram ao realizarem as investigações experimentais;
- Conhecer as vantagens que apontam para este tipo de trabalho experimental.

O segundo, designado por documento II, foi escrito pelos alunos após a realização da terceira investigação. Pretendeu-se com a sua análise compreender as diferenças, encontradas pelos alunos, entre as primeiras investigações experimentais e a última em que o tema era de livre escolha. O objectivo da análise deste documento foi o de:

- Conhecer as diferenças, nomeadamente a nível de dificuldades, do processo seguido e das vantagens/desvantagens, que os alunos apontam entre a primeira e segunda investigação, com temas propostos pela professora e a terceira investigação, com maior grau de abertura, tema livre dentro do âmbito da Biologia.

Por último, o Documento III foi escrito pelos alunos após a terceira investigação com o objectivo de:

- Conhecer a opinião dos alunos no que respeita à orientação da professora ao longo das três investigações realizadas.

Deste último documento não procedemos à análise de conteúdo, mas utilizámos excertos como apoio documental.

Em síntese, para a recolha dos dados do nosso estudo utilizámos uma abordagem multimetodológica. Recorremos, assim, a técnicas de recolha de dados como o inquérito por questionário e por entrevista, à observação de aulas e à análise documental. Quanto à análise dos dados recolhidos, ela será explicitada no capítulo que se segue.

CAP. 4 - A ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados é o processo sistemático de procura e organização de materiais que foram sendo recolhidos no decorrer do trabalho de campo, com o objectivo de aumentar a própria compreensão desses mesmos materiais e de permitir apresentar aos outros aquilo que se encontrou (Bogdan e Biklen, 1994).

Esses materiais recolhidos são os elementos que formam a base da análise. A maioria dos estudos qualitativos usa uma variedade de fontes de dados que raramente se encontram isolados na pesquisa. No nosso caso, esse conjunto de materiais obteve-se a partir de inquérito por questionário e por entrevista, análise documental e observação de aulas. Mas *«os dados não são apenas aquilo que se recolhe no decurso de um estudo, mas a maneira como as coisas aparecem quando abordadas com um espírito de "investigação"»* (Bogdan e Biklen, 1994, p.200). Ainda no mesmo sentido, Quivy (1992), refere que *«os dados sobre que os investigadores trabalham não são realidades em bruto. Só ganham existência através do esforço teórico que os constrói enquanto representações idealizadas de objectos reais»*

(p.231). O trabalho empírico só pode ter valor se a reflexão teórica que o funda também o tiver. Mais, a construção teórica e trabalho empírico não têm que seguir forçosamente uma ordem cronológica, pois nem sempre é nítida a distinção entre método de recolha e de análise de informação. Alguma análise tem de ser realizada durante a recolha de dados. O investigador vai fazendo sempre uma reflexão sobre o que se vai descobrindo enquanto está no campo.

Em investigações de carácter compreensivo/interpretativo os métodos e procedimentos de análise afiguram-se-nos múltiplos, pois que cada investigador tende a desenvolver o seu próprio método em função do próprio objecto da investigação, dos seus objectivos e dos seus pressupostos teóricos (Albarello et al., 1997). Existem inúmeras formas de trabalhar e analisar os dados. Para Quivy, quer se tratem de métodos de recolha, quer de análise de informações não existe uma fórmula ideal, *«para cada investigação, os métodos devem ser escolhidos e utilizados com flexibilidade, em função dos seus objectivos próprios, do seu modelo de análise e das suas hipóteses. Por conseguinte, não existe um método ideal que seja, em si mesmo, superior a todos os outros»* (Quivy, 1992, p.231). Na realidade todos os métodos de investigação têm as suas forças e as suas limitações (Bogdan e Biklen, 1994), devemos assim procurar o método mais adequado à nossa investigação.

1. A análise de conteúdo como técnica de análise de dados

A análise dos dados do nosso estudo foi feita essencialmente por análise de conteúdo. A análise de conteúdo é hoje uma das técnicas mais comuns na investigação empírica realizada pelas diferentes ciências humanas e sociais (Vala, 1986, p.101). Krippendorff, citado por Vala (1986) e Lüdke e André (1986), definem análise de conteúdo como uma técnica de pesquisa que permite fazer inferências, válidas e replicáveis, dos dados para o seu contexto. Para Bardin (1994), *«é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens»* e cuja intenção

«é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não) (...) o analista tira partido do tratamento das mensagens que manipula, para inferir (deduzir de maneira lógica) conhecimentos sobre o emissor da mensagem ou sobre o seu meio» (p.38 e 39).

Para esta autora a inferência permite a passagem, explícita e controlada, da primeira etapa da análise dos dados (descrição) para a última (interpretação).

A análise de conteúdo visa uma *recherche du sens* (ou do sentido) de um texto. «*Todos os métodos de análise de conteúdo são adequados ao estudo do não dito, do implícito*» (Quivy, 1992, p.228), e obrigam o investigador a manter distância em relação às suas próprias interpretações e a interpretações espontâneas. Para Bardin (1994), «*a tentativa do analista é dupla: compreender o sentido da comunicação (...) mas também e principalmente desviar o olhar para uma outra significação, uma outra mensagem entrevista através ou ao lado da mensagem primeira*» (p. 43). Assim na análise de conteúdo trabalhamos a palavra e as suas significações, procurando entender aquilo que está por detrás das palavras sobre as quais nos debruçamos.

A análise de conteúdo trabalha com mensagens. Para Quivy (1992), não existe um mas vários métodos de análise de conteúdo. Vala (1986), refere que «*não há modelos ideais em análise de conteúdo as regras do processo inferencial que subjaz à análise de conteúdo devem ser ditadas pelos referentes teóricos e pelos objectivos do investigador*» (p.126). Segundo Bardin (1994), das técnicas de análise de conteúdo, a análise categorial, é a mais antiga e a mais utilizada na prática, «*funciona por operações de desmembramento do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos*» (p.153). No nosso trabalho, pela rapidez e eficácia na forma de se aplicar a discursos directos e simples a investigação dos temas ou análise temática, foi a categorização escolhida. Recorremos, pois, à análise categorial temática, que tem como objectivo a manipulação da mensagem (conteúdo e expressão desse conteúdo) para evidenciar os indicadores que permitam inferir sobre uma outra realidade que não só a da mensagem. A análise temática é transversal, recorta o conjunto dos textos através de uma grelha de categorias projectada sobre os conteúdos. Tem-se em conta a frequência dos temas extraídos do conjunto dos discursos, considerados como dados segmentáveis e comparáveis. Aplica através de um sistema de categorias uma teoria (corpo de hipóteses em função de um quadro de referência) ao material (Bardin, 1994).

Já anteriormente, nos referimos aos cuidados a ter por forma a evitar possíveis 'desvios' do investigador que podem afectar a forma como os dados são vistos, registados e interpretados. A subjectividade pode existir não só na recolha dos dados, mas também as diferentes perspectivas teóricas dos investigadores modelam a forma como os abordam, consideram e lhes dão sentido. A análise é moldada pelas perspectivas e posições teóricas do investigador e

pelas ideias que este partilha acerca do assunto (Bogdan e Biklen, 1994). Temos sempre que considerar o perigo do factor parcialidade, pois existe o risco da interpretação subjectiva. Existe a necessidade de um enorme rigor metodológico na prática para eliminar, tanto quanto possível, esses riscos para os quais devemos estar despertos. *«É mais fácil reconhecer que os nossos pontos de vista podem imiscuir-se numa análise de dados do que evitar que tal aconteça»* (Bell, 1997, p.123). Daí resulta que, enquanto técnica de pesquisa, a análise de conteúdo, exige uma maior explicitação de todos os procedimentos utilizados (Vala, 1986). Esta técnica oferece a possibilidade de tratar de forma metódica informações e testemunhos, que apresentam um certo grau de profundidade e de complexidade, permitindo ainda satisfazer exigências do rigor metodológico e da profundidade inventiva. O rigor não incide primordialmente sobre os detalhes da aplicação de cada procedimento utilizado, mas sim sobre a coerência de conjunto do processo de investigação e o modo como ele realiza exigências epistemológicas bem compreendidas (Quivy, 1992). Para Bardin (1994), a análise de conteúdo assenta no pressuposto que a categorização não induz desvios no material, mas que dá a conhecer índices invisíveis, ao nível dos dados não trabalhados.

2. O procedimento da análise de dados

Como anteriormente referimos, existe a necessidade da explicitação dos procedimentos, assim e de acordo com Bardin (1994), iniciou-se a análise dos dados com uma pré-análise, que é, segundo esta autora, um período de intuição, a fase que tem por objectivo a organização dos dados. Tendo sido delimitados os objectivos e definido o quadro teórico de referência orientador da pesquisa, constituiu-se o *corpus*. *Corpus* que é *«o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos»* (Bardin, 1994, p.96). Procedeu-se de seguida à leitura flutuante, tendo sempre em vista a interacção dos dados com os objectivos da investigação e do quadro teórico. Desta leitura, estabeleceu-se o contacto com os documentos a analisar e conheceram-se os textos, deixando-se o investigador ser invadido por impressões e orientações, tornando-se pouco a pouco a leitura mais precisa. Foram-nos, assim, sugeridos temas, que classificámos em categorias. A categorização teve como principal objectivo fornecer por condensação, uma representação simplificada e organizada dos dados não trabalhados. As categorias relacionam-se com os objectivos da nossa investigação. Como referem Guba e Lincoln (1981) citados por Lüdke e André (1986), as categorias devem reflectir os propósitos da investigação. No nosso caso, a construção do

sistema de categorias resultou numa combinação de *á priori* e *á posteriori*. Existia já a ideia do que se pretendia de acordo com os objectivos, mas, ao analisarmos os dados, foram surgindo novos temas, criando-se novas categorias. Como afirma Vala (1986), as referências teóricas orientam a primeira exploração do material, mas o material, por sua vez, pode contribuir para a reformulação ou alargamento das hipóteses e das problemáticas a estudar. Procedemos, então, a uma releitura do *corpus*, orientada pelo plano de categorias (grelha de análise - Quadro 4.1) e elaborámos quadros síntese por instrumento (Anexo E - ponto E.3; Anexo H - ponto H.2; e Anexo K - ponto K.2).

Dado que a categorização não esgota a análise, é necessário ultrapassar a mera descrição, estabelecer conexões que possibilitem novas explicações e interpretações e, assim, elaborámos quadros de cruzamento. Efectuámos ainda uma análise mais aprofundada, com base na grelha de análise e nos quadros de cruzamento (triangulação dos dados).

A construção do nosso sistema de categorias resultou de uma combinação *á priori* e *á posteriori*, como acabámos de referir, à excepção da análise do tópico 1 do questionário em que as categorias advêm da leitura dos dados. Aí a análise dos dados conduziu-nos à seguinte categorização:

- i) preocupação dos alunos com o futuro (perspectivas) - adquirir conhecimentos, nomeadamente conhecimentos necessários, quer ao prosseguimento de estudos, quer ao exercício de uma carreira profissional.
- ii) componente afectiva - nomeadamente gosto pessoal (pela Biologia); o não gostar das outras alternativas existentes como disciplinas de formação técnica (Técnicas Laboratoriais de Química); e ainda a possibilidade de contactar com organismos vivos (animais e vegetais).

Quadro 4.1- Quadro de leitura do *Corpus*

Vantagens	<p>Desenvolvimento de competências:</p> <ul style="list-style-type: none"> - científicas - de investigação - técnicas práticas - procedimentos - transversais - trabalhar com os outros - resolução de problemas - responsabilidade - autonomia - criatividade - auto-confiança - espírito de iniciativa
	<p>Ilustrar / Consolidar conhecimento</p> <ul style="list-style-type: none"> - um evento, fenómeno, conceito, lei, princípio, teoria
	<p>Motivar / Estimular.</p> <ul style="list-style-type: none"> - despertar curiosidade - desenvolver interesse - escolha de curso - desenvolvimento de atitudes - fascinar (contacto com a realidade)
	<p>Desafiar / Confronto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - e se...? - prever - observar - explicar - porquê?
Dificuldades	<p>Na mobilização de competências:</p> <ul style="list-style-type: none"> - científicas - transversais: - trabalhar em grupo - organização - controle de tempo

Competências mobilizadas	de investigação:
	transversais:

- selecção e formulação de um problema
- formulação de hipóteses
- planear experiências
- executar a experiência
- recolher e apresentar os dados
- interpretar os dados e tirar conclusões

- trabalhar com os outros
- responsabilidade
- autonomia
- criatividade
- auto-confiança
- espírito de iniciativa

Para identificar e tentar compreender as dificuldades dos alunos, decidimos dividir em duas partes a análise dos dados. Para as dificuldades observadas, cruzámos os dados obtidos da observação (registo vídeo, áudio e anotações tomadas pela investigadora no decurso das aulas), com os obtidos nos relatórios efectuados pelos alunos, em grupo, após cada investigação. Para as dificuldades apresentadas, efectuámos o cruzamento dos dados obtidos no documento I com os das entrevistas dadas pelos alunos. Finalmente, elaborámos um texto a partir do cruzamento das dificuldades observadas e das apresentadas. (Fig. 4.1). Existiu, pois, todo um trabalho de análise de cada instrumento de investigação, que passou pela elaboração de quadros síntese, e que nos serviu de base, para a análise interpretativa dos dados, apresentada no segundo capítulo da terceira parte.

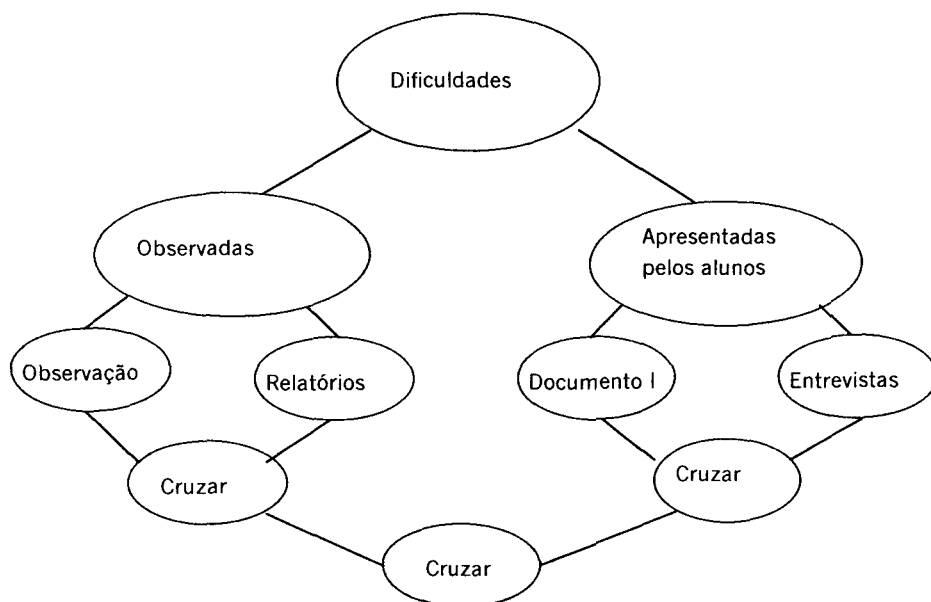
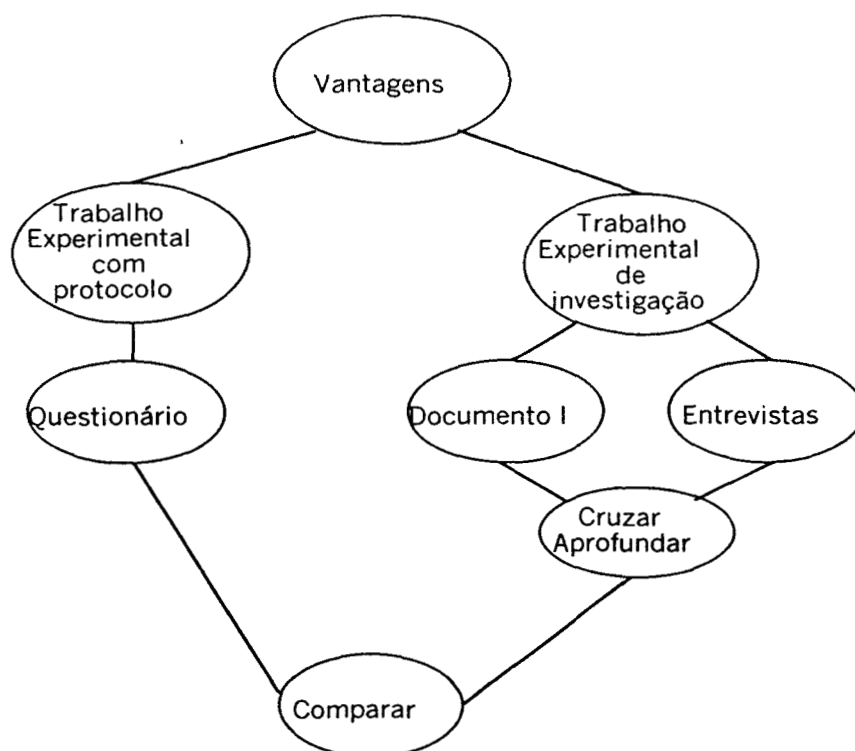


Fig. 4.1 - Metodologia para análise das dificuldades sentidas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação

Para procurar identificar e compreender as vantagens apontadas pelos alunos, dividimos a análise dos dados em duas partes. Para as vantagens apontadas ao trabalho experimental usualmente realizado nas aulas, fizemos a análise dos dados obtidos a partir do questionário administrado aos alunos, resultados que apresentamos no capítulo primeiro da terceira parte. Para as vantagens sentidas ao realizarem trabalho experimental de investigação, cruzámos os dados que obtivemos do documento I, escrito pelos alunos, com os obtidos das entrevistas que efectuámos aos mesmos. Os dados obtidos foram analisados com base na grelha de análise (Quadro 4.1), elaborada com base na sistematização de Wellington (1994), que sumariza as razões para a utilização do trabalho prático em Ciência em desenvolver competências, ilustrar teoria, motivar e desafiar. Essa grelha foi-nos servir de base à análise de dados por instrumento e à elaboração de quadros síntese. Posteriormente, efectuámos ainda uma análise comparativa dos resultados do tratamento dos dados (Fig. 4.2). Cruzámos os dados obtidos no documento I, escrito pelos alunos, após o primeiro trabalho experimental de investigação, com os obtidos através das entrevistas efectuadas aos alunos, após o segundo trabalho experimental de investigação. Nas entrevistas fomos clarificar os dados obtidos no documento I e desse

cruzamento surgiram as interpretações que se apresentam no terceiro capítulo da terceira parte. Na conclusão comparamos as vantagens que os alunos apontam aos dois tipos de trabalho experimental.

Fig. 4.2 - Metodologia para análise das vantagens apontadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental

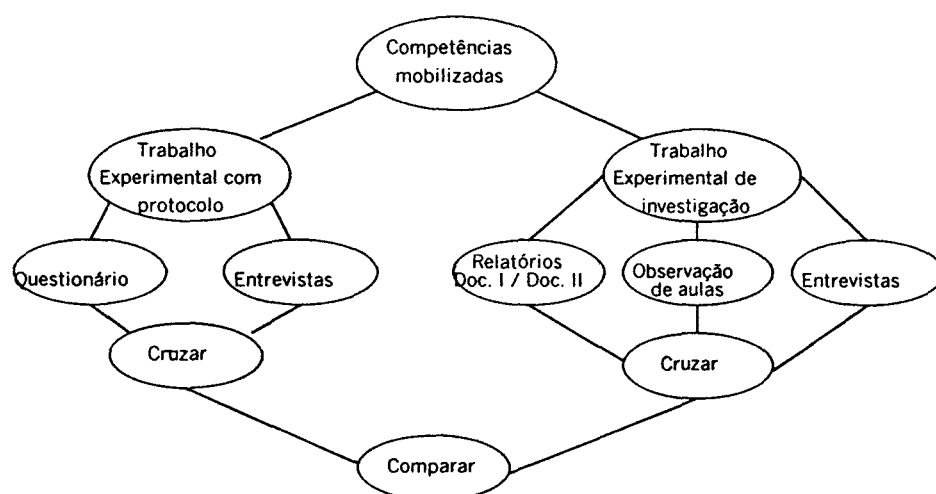


Para verificar as competências mobilizadas pelos alunos no trabalho experimental com protocolo pré-definido, analisámos os dados que foram obtidos a partir dos questionários, do documento I, das entrevistas aos alunos e às professoras que leccionam a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia. Os resultados são apresentados no primeiro capítulo da terceira parte quando se caracteriza o trabalho experimental usualmente realizado nesta disciplina. Para a análise das competências científicas mobilizadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação, recorreremos ao cruzamento dos dados obtidos nos

relatórios escritos após cada trabalho, da observação das aulas e das entrevistas (Fig. 4.3). Foi feita toda uma análise por instrumento, com elaboração de quadros síntese.

Foram analisadas neste estudo três investigações realizadas pelos alunos que constituem a nossa amostra. Assim, procurámos saber que diferenças notaram os alunos entre as mesmas. Posteriormente, e no sentido de dar resposta ao segundo objectivo que nos propusemos, fomos analisar a evolução ocorrida ao longo do estudo no que se refere ao desempenho. Na conclusão fomos comparar as competências mobilizadas pelos alunos nos dois tipos de trabalho experimental.

Fig. 4.3 - Metodologia para análise das competências científicas mobilizadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental



Resumindo, a análise dos dados foi elaborada a partir da globalidade do texto das diferentes entrevistas, dos registos das observações de aulas, dos textos escritos pelos alunos e ainda dos dados obtidos pelo questionário, tendo como referência os quadros síntese de informação e os quadros de definição de categorias construídos com base na grelha de análise (Quadro 4.1). Finalmente, após todo o tratamento dos dados, obteve-se uma descrição e interpretação dos resultados, que apresentamos sob a forma de texto narrativo, correspondente a uma leitura interpretativa por objectivos, utilizando o cruzamento de dados obtidos pelos diferentes instrumentos. No capítulo - Enquadramento do estudo - recorreremos à apresentação sob a forma de gráficos, dos resultados obtidos de alguns tópicos do questionário. Sempre que foi

possível e oportuno, incluíram-se extractos dos discursos dos alunos, ou da observação das aulas - evidências empíricas - indicando sempre o seu contexto de produção. Para tal procedemos a uma codificação que passamos a indicar.

Q = Questionário

Q (1, 2, ..., 15) número atribuído ao aluno

Por exemplo, (Q7) quer dizer questionário do aluno, ao qual foi atribuído o número sete.

E = Entrevista

E (A, B, C, D, E ou F) identificação da entrevista

(A, B, C ou D) identificação do grupo de alunos

(1, 2, 3 ou 4) número do aluno no grupo

Por exemplo, (EF,A1) quer dizer entrevista F do aluno 1 do grupo A.

O = Observação de aulas

O (1, 2 ou 3) identificação da primeira, segunda ou terceira investigação

(A, B, C ou D) identificação do grupo

Por exemplo, (O1, C) quer dizer observação relativa à primeira investigação do grupo C.

D = Documento pessoal

D (I, II ou III) identificação do documento

(A, B, C ou D) identificação do grupo de alunos

(1, 2, 3 ou 4) número do aluno no grupo

Por exemplo, (DII, B3) quer dizer documento II do aluno 3 do grupo B.

R = Relatório

R (1, 2 ou 3) relativamente à primeira, segunda ou terceira investigação

(A, B, C ou D) identificação do grupo

Por exemplo, (R1, D) quer dizer relatório relativo à primeira investigação do grupo D.

CONCLUSÃO

A orientação que pretendemos dar ao trabalho baseou-se na utilização de uma abordagem compreensiva multimetodológica como estratégia de investigação. Dentro das actuais tendências, admite-se a complementaridade de métodos e técnicas qualitativas e quantitativas, com vista à compreensão do processo educativo. Torna-se pertinente uma abordagem compreensiva com o objectivo de interpretar e compreender o 'como', isto é, o processo em estudo; e, multimetodológica, no sentido de fornecer mais conhecimento para melhor apreender o fenómeno.

Procedendo à sua breve caracterização, procurámos apresentar o contexto do estudo. Este aspecto será retomado na terceira parte deste trabalho, sendo aí utilizados os resultados recolhidos durante o estudo.

Explicitados os procedimentos, isto é, os princípios a pôr em prática bem como os métodos, apresentaremos a seguir, na terceira parte deste trabalho, os resultados obtidos através da análise dos dados recolhidos por entrevistas, questionário, observação de aulas e análise documental, ou seja, toda a contribuição empírica do presente estudo.

TERCEIRA PARTE - ANÁLISE INTERPRETATIVA DOS DADOS

INTRODUÇÃO

Após termos apresentado a nossa opção metodológica, bem como explicitado o plano de investigação, descrevendo as diferentes actividades realizadas e os instrumentos utilizados na recolha e análise dos dados, passamos à terceira parte do nosso trabalho.

Nesta terceira parte do estudo, apresentamos os resultados obtidos a partir da análise dos dados recolhidos durante o trabalho empírico. Dividimo-la em quatro capítulos. O primeiro, servir-nos-á de enquadramento à própria análise no sentido de contextualizar os resultados obtidos, ajudando-nos à sua leitura e interpretação. No segundo, analisar-se-ão as dificuldades apresentadas pelos alunos ao realizarem trabalho experimental de investigação. Num terceiro capítulo, poder-se-ão verificar as potencialidades que os alunos encontram na realização deste tipo de trabalho experimental de investigação. No quarto capítulo, analisamos as competências mobilizadas pelos alunos, ao realizarem a primeira e a segunda investigações, e as diferenças entre estas e a terceira investigação onde o tema era proposto pelos alunos. Neste capítulo, ainda abordamos os indicadores de evolução de desempenho, observados nos alunos.

CAP. 1 - ENQUADRAMENTO DO ESTUDO

De forma a contextualizar o estudo realizado, procedemos à caracterização dos alunos que constituíram a amostra, bem como à caracterização da professora envolvida neste estudo.

Procedemos também a uma caracterização do trabalho experimental habitualmente realizado pelos alunos nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia, no sentido de podermos compreender as dificuldades que surgiram na realização do trabalho experimental e podermos comparar o tipo de trabalho experimental habitualmente realizado pelos alunos e o de investigação. Esta caracterização obteve-se já a partir da análise de dados recolhidos pelos diferentes instrumentos utilizados na recolha de dados.

1. Caracterização dos alunos que constituíram a amostra.

A turma é constituída por quinze alunos, dos quais doze são do sexo feminino. As idades estão compreendidas entre os dezasseis anos (4 alunos) e os dezanove anos (1 aluno). A maioria tem dezassete anos (9 alunos) e há ainda um aluno com dezoito anos.

No quadro seguinte, apresentamos as disciplinas que os alunos tiveram ao longo do Ensino Secundário. Como se pode observar relativamente à disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, ela existe durante todo o Ensino Secundário, respectivamente, o Bloco I no 10º ano, o Bloco II no 11º ano e Bloco III no 12º ano.

Quadro 1.1 - As disciplinas que os alunos frequentaram durante o Ensino Secundário

	Disciplinas de Formação Geral	Disciplinas de Formação Específica	Disciplinas de formação Técnica
10º e 11º Anos	-Português -Filosofia -Inglês -Educação Física	-Matemática -Ciências Físico-Químicas -Ciências da terra e da Vida	-Técnicas Laboratoriais de Biologia -Técnicas Laboratoriais de Química
12º Ano	-Português -Educação Física	-Matemática -Química -Biologia -Psicologia	Técnicas Laboratoriais de Biologia

Através de uma questão aberta do questionário administrado aos alunos (questão 1), procurámos saber a razão da escolha do agrupamento 1 - científico-natural e da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia como opção, por parte dos alunos. Perguntámos ainda aos alunos a carreira que pretendiam prosseguir, o porquê da escolha de Técnicas Laboratoriais de Biologia e agrupamento 1, pois considerámos importante conhecer as suas motivações.

As respostas mostram que os alunos se encontram preocupados com o seu futuro, nomeadamente no que se refere à aquisição de conhecimentos necessários ao prosseguimento de estudos e à profissão que pensam exercer no futuro, como se pode verificar nos exemplos de respostas a seguir indicados:

«Porque é uma disciplina prática que permite aprofundar conhecimentos na área de Biologia.» (Q8).

«TLB III é uma disciplina que me poderá fornecer conhecimentos técnicos essenciais para a continuação dos meus estudos e futura carreira profissional.» (Q5).

«Na minha opinião TLB é das disciplinas mais científicas, ou seja, trabalhar nos laboratórios.» (Q14).

Como razão da escolha deste agrupamento e desta disciplina existe igualmente uma componente afectiva, que vai do gosto pessoal com respostas do tipo: *«porque dentro das hipóteses possíveis para seguir uma carreira a mais relacionada com os meus gostos e forma de ser é a Ciência...tenho um particular interesse pela Biologia.» (Q1)*, passando pelo facto de não gostarem das alternativas propostas pela escola, no que respeita à disciplina de formação técnica, *«porque não gostava de TLQ III.» (Q3)* e *«porque não gostava de TLQ II.» (Q4)*. Vários alunos valorizam a possibilidade de terem contactos com organismos vivos, como refere este aluno, *«o facto de gostar de contactar com a realidade animal e vegetal.» (Q12).*

No que diz respeito à carreira profissional a seguir, se prosseguirem estudos superiores, verificou-se que os alunos da turma inquirida pretendem seguir carreira em áreas distintas como a da Saúde (9 alunos, 50%), do Ensino (4 alunos, 22%), da Biologia (quatro alunos, 22%) e ainda da Geologia (um aluno, 6%), o que efectivamente está relacionado com o agrupamento 1 (Figura 1.1a,b,c e d). Dentro da área da Saúde, 6 alunos pretendem exercer enfermagem, 2 medicina, 1 odontologia e 1 veterinária. Na área do ensino, 3 pretendem leccionar Matemática e 1 Biologia. Quanto a profissões relacionadas de alguma forma com a Biologia, elas vão desde a Marinha, à Genética e à Investigação.

2. Caracterização da professora envolvida no estudo

A professora tem como formação de base, Licenciatura em Biologia no Ramo Educacional. Tem experiência no ensino, pois lecciona há dez anos. Fez estágio pedagógico em Coimbra, tendo leccionado em Algés, na Sobreda da Caparica e, desde há seis anos, em escolas da Amadora, conhecendo, pois, o meio social e cultural dos alunos com quem trabalha. Lecciona a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, desde que esta disciplina entrou em vigor, com a reforma do Ensino Secundário, tendo já leccionado os três níveis desta disciplina. É Directora de Instalações desde há quatro anos, pelo que tem a responsabilidade da compra dos materiais. É também ela que faz as preparações necessárias às aulas práticas, para todo o grupo de Biologia. Tendo frequentado diversos cursos no âmbito de formação científica e de informática, considera escassos os cursos de formação em trabalho experimental, devido às dificuldades inerentes à componente prática, havendo necessidade de recursos materiais como material biológico. A confirmar esta ideia, refere que, tendo-se inscrito num curso sobre trabalho experimental, este foi posteriormente cancelado devido à indisponibilidade do material biológico.

Lecciona Técnicas Laboratoriais de Biologia, por gosto pessoal, mas também porque, de início, segundo ela, os outros professores do grupo não tinham querido leccionar esta disciplina.

3. Caracterização do trabalho experimental habitualmente realizado pelos alunos nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia

3.1. Competências mobilizadas pelos alunos

Tentámos saber as disciplinas em que os alunos envolvidos neste estudo tinham realizado trabalho experimental (questão 2 do questionário). Era fundamental para os nossos objectivos conhecermos o ponto de partida dos nossos alunos, sabermos se eles estavam acostumados a este tipo de actividade. Foi-nos por eles referido, já terem realizado esta actividade no 10º e 11º anos nas disciplinas de formação técnica Técnicas Laboratoriais de Biologia e Técnicas Laboratoriais de Química, respectivamente no bloco I, relativo ao 10º ano e bloco II, relativo ao 11º ano de escolaridade. Alguns alunos, confirmaram ter realizado este tipo de trabalho nas disciplinas de formação específica, nomeadamente na disciplina de Ciências Físico-Química

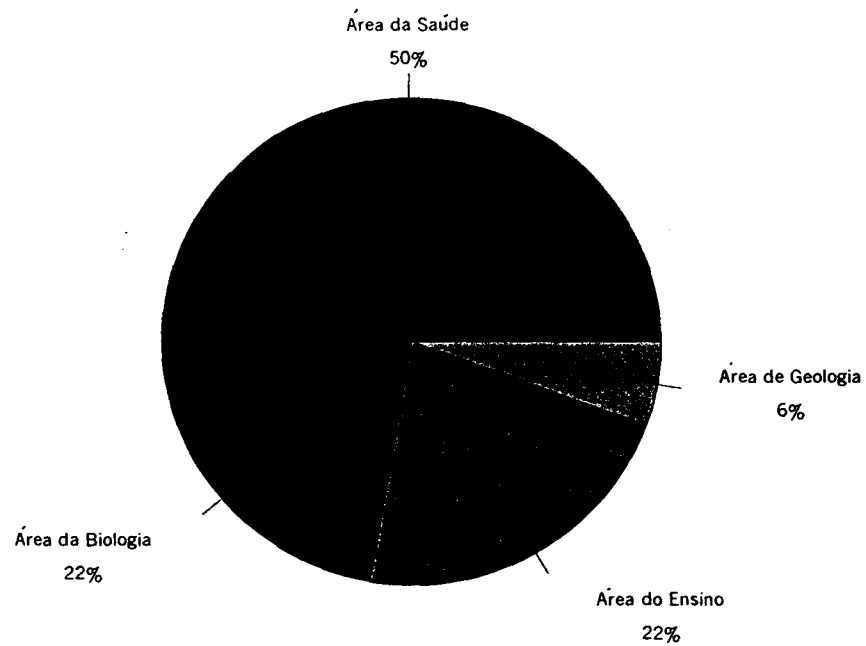


Figura 1.1a - Carreira profissional que os alunos da turma pretendem seguir

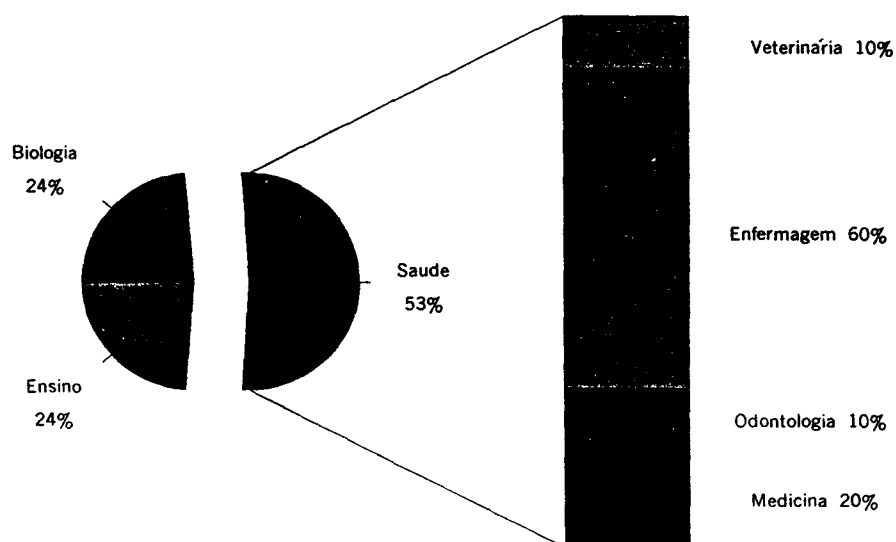


Figura 1.1b - Carreiras profissionais dentro da área da Saúde

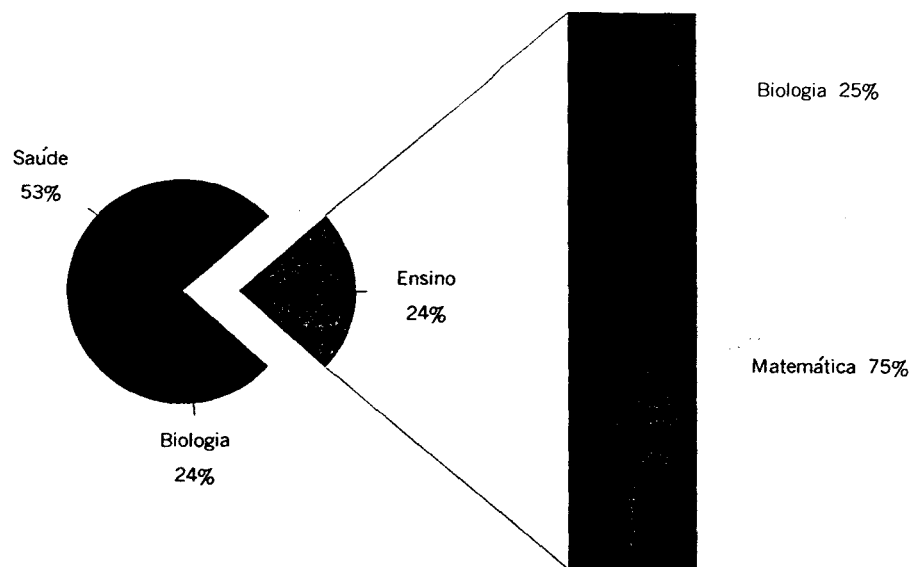


Figura 1.1c - Carreiras profissionais relacionadas com o Ensino

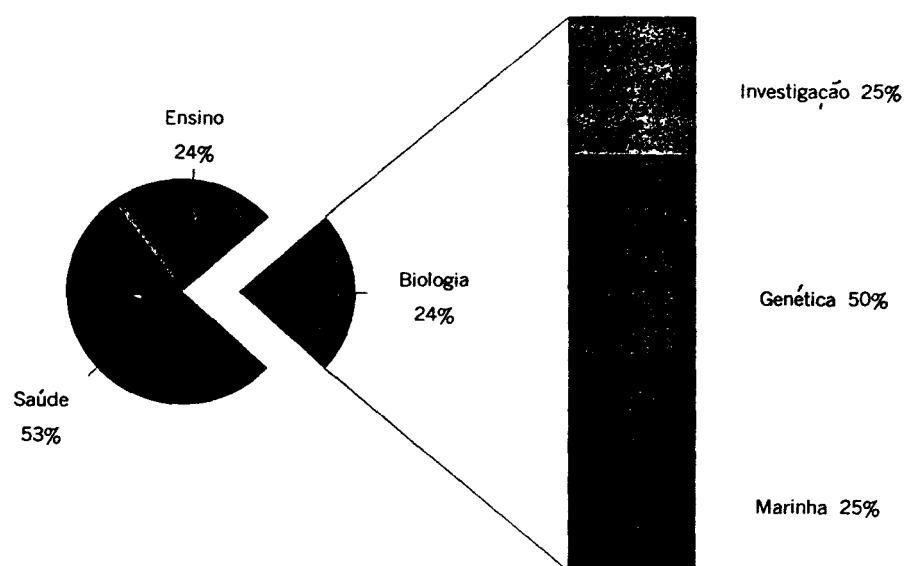


Figura 1.1d - Carreiras profissionais dentro da área da Biologia

(FQ), no 10º ano e em Ciências da Terra e da Vida (CTV), no 11º ano. Relativamente ao 12º ano (ano em que decorreu este nosso estudo), apontam a disciplina de formação técnica, Técnicas Laboratoriais de Biologia (Bloco III), e a disciplina de formação específica de Química (Q) como as disciplinas, onde realizam esse tipo de trabalho (figura 1.2). Em síntese, os alunos têm vindo a realizar trabalho experimental laboratorial em algumas disciplinas durante o Ensino Secundário, principalmente nas disciplinas de formação técnica, disciplinas estas que se pretendem 'mais práticas', de acordo com as indicações dos programas.

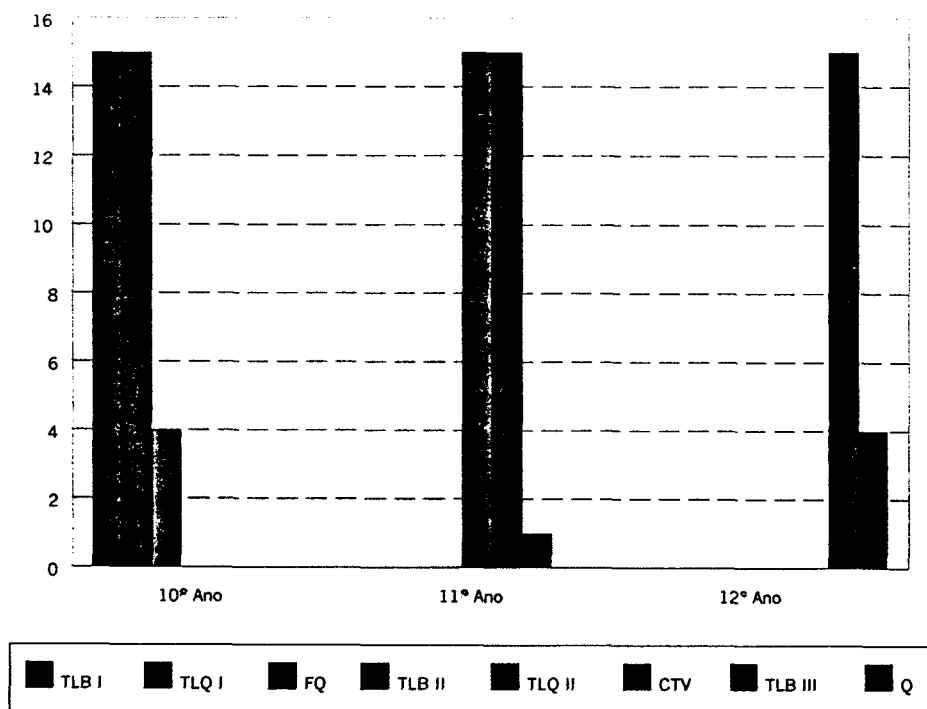


Figura 1.2 - Disciplinas em que, ao longo do Ensino Secundário, os alunos vêm realizando trabalho experimental

No sentido de conhecermos a experiência dos alunos envolvidos no estudo, quanto à realização deste tipo de actividade no passado, resta-nos saber que tipo de trabalho experimental se desenvolve nessas mesmas disciplinas. Assim, as respostas à questão 3 do questionário referem-se ao trabalho experimental que os alunos realizaram nas diferentes

disciplinas quanto ao grau de abertura que lhes era dado para a realização das diferentes etapas, ou seja, se lhes era permitido escolher o tema e o problema, planejar a experiência, realizar o procedimento e tirar conclusões (figura 1.3). Os alunos mostram, pelas suas respostas, que, quer em Técnicas Laboratoriais de Biologia, quer em Técnicas Laboratoriais de Química (não responderam em outras) quase nunca escolhem o tema, nem planeiam a experiência. Já no que diz respeito à realização do procedimento, a maioria dos alunos responde que “sim” (10 em TLQ e oito em TLB), 4 em TLQ e 2 em TLB respondem “algumas vezes” e apenas um aluno a cada disciplina responde que “nunca”. Finalmente, quando lhes perguntámos, se lhes era permitido tirar conclusões, o resultado é idêntico à resposta anterior. Estes resultados indiciam que os alunos nas diferentes disciplinas, em que realizaram trabalho experimental laboratorial, participaram na realização da experiência e no retirar das conclusões, mas não na escolha do tema e no planeamento da experiência.

Para caracterizarmos mais pormenorizadamente o tipo de trabalho experimental realizado na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, por estes alunos, analisámos os dados recolhidos, quer na entrevista à professora que leccionou a disciplina no 10º e 11º anos, quer na entrevista à professora que lecciona a disciplina no 12º ano e que foi envolvida no nosso estudo. As respostas à questão sobre o modo como estas professoras leccionam a dita disciplina vêm confirmar os aspectos acima referidos pelos alunos após a análise de dados obtidos no questionário. Assim, na entrevista quando se pergunta à professora que leccionou Técnicas Laboratoriais de Biologia I e II como dá essa disciplina e que materiais de apoio utiliza, a professora responde que:

«Normalmente socorro-me ... tanto de livros de apoio como protocolo. Uso indiscriminadamente as duas coisas. (...) por vezes se os livros adoptados tem protocolos experimentais correctos e bem estruturados utilizamos esses livros. Mas há sempre aquele protocolo que é feito... e com o qual trabalhamos.»
(EB)

Este discurso deixa-nos perceber que esta professora utiliza sempre um protocolo, quer retirado dum manual ou por ela elaborado. Explica a professora que:

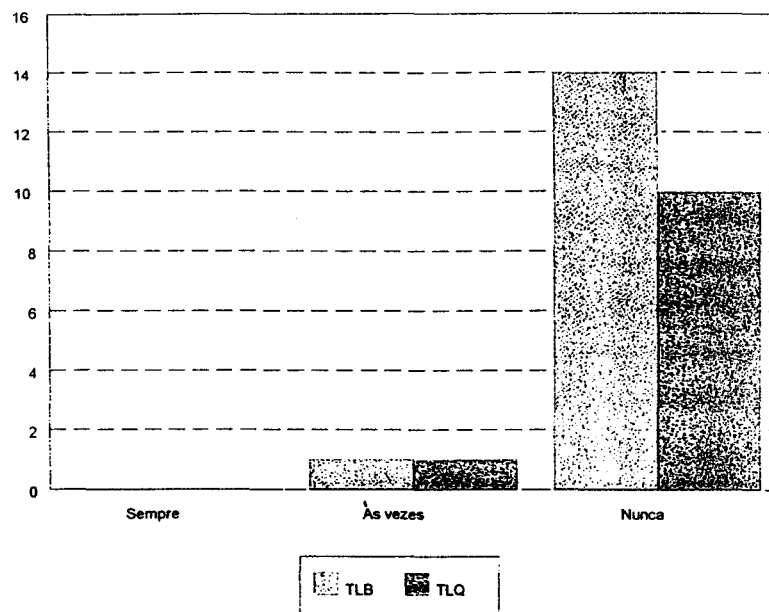


Figura 1.3a - Grau de abertura das actividades propostas aos alunos - escolha do tema e do problema

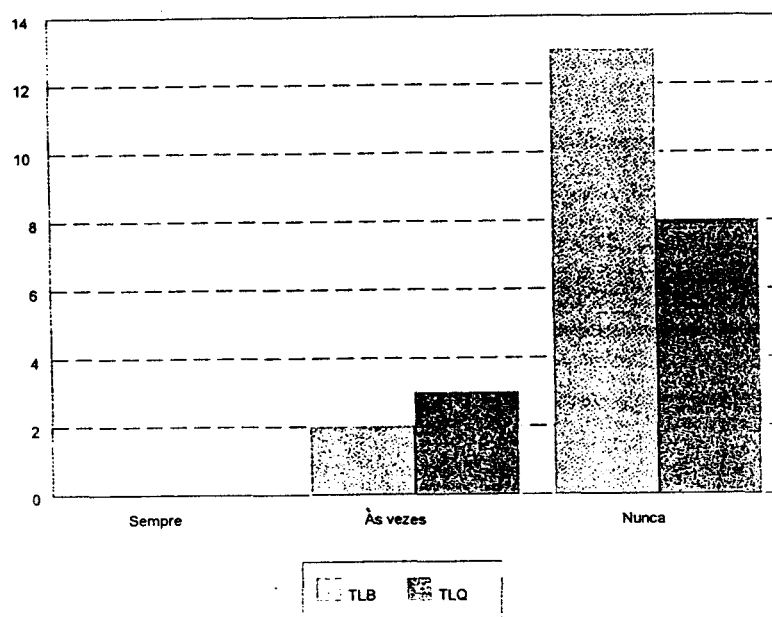


Figura 1.3b - Grau de abertura das actividades propostas aos alunos - planeamento da experiência

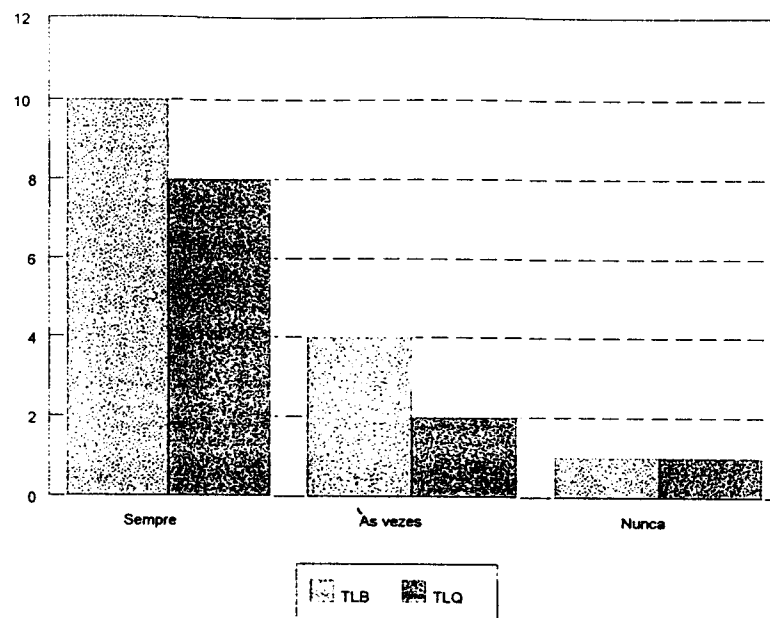


Figura 1.3c - Grau de abertura das actividades propostas aos alunos - realização do procedimento experimental

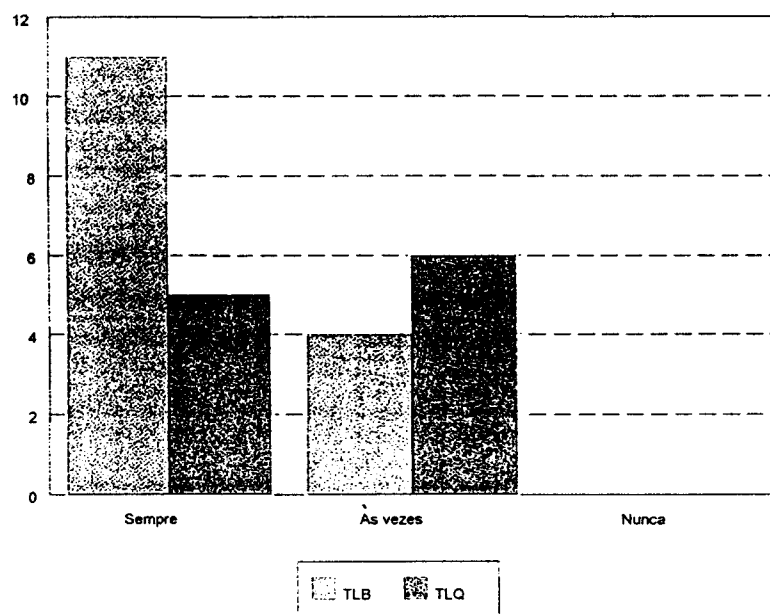


Figura 1.3d - Grau de abertura das actividades propostas aos alunos - elaboração das conclusões

«Em princípio no protocolo vem... Há de dois tipos, em relação por exemplo ao material que é utilizado, ou a relação do material já está no relatório e ele só tem que conferir se está correcta ou não. Ou então ..., não vem material nenhum, é-lhe apresentado um tabuleiro com material, ele terá que saber a relação do material que tem. Isso em relação ao material. Em relação ao procedimento, vem um procedimento rápido, como é que ele deve executar e depois, portanto, a parte onde ele poderá ser mais criativo, se é que ele pode ser, é na parte das conclusões, (...) Porque há factos que ele vai relatar e tudo isso.» (EB)

Estas afirmações vêm ao encontro do que os alunos já tinham referido quanto à sua participação na execução e conclusão do trabalho prático a realizar. Acrescenta, ainda, a professora:

«Para orientar a conclusão são postos alguns... para seguir determinadas normas, ou até duas ou três questões.(...) Questões que podem orientar a conclusão. Mas eu prefiro de outra forma. De não ter as questões para orientar as conclusões. Mas tenho as duas coisas. Portanto, e mesmo assim eles pedem: "- É melhor perguntas para responder." Eles pensam que a discussão e a conclusão é o responder das perguntas. Na prática está lá tudo. Mas não é tão estruturado.» (EB)

Ainda no decorrer da entrevista e no sentido de sabermos como se processavam as aulas nesta disciplina e que competências é que os alunos mobilizavam, passamos a apresentar o seguinte extracto exemplificativo:

«Inv.: - Eu vou realmente observar o 12º ano, 3ª turma. Foi professora deles de TLB no 10º e 11º anos. Recorda-se nesses dois anos, com essa turma, se foi esse tipo de estratégia que utilizou: com os protocolos em que vem o procedimento...

Prof. (interrompe): - Sim, com os protocolos em que vem o procedimento, em que vem o material, ou não. Depois eles tiram os dados. E ah! por vezes eles também têm a capacidade de organizarem os dados conforme querem, ou sob a

forma de tabelas, às vezes eu peço mesmo gráficos para serem feitos. Isto é muito diversificado conforme os trabalhos.» (EB)

A professora refere-nos, portanto, que os alunos nestas aulas procedem ao registo e apresentação dos resultados obtidos no decorrer do procedimento experimental. E continuando, explica que:

«Normalmente é assim, o trabalho é executado, na aula seguinte acabam, ou nas aulas seguintes. E é discutida alguma coisa sobre o trabalho, são levantadas algumas questões que lhes vão dar ideias para depois fazerem a discussão e conclusão. E a partir daí eles têm que me entregar o relatório passado oito dias de terem executado o trabalho e depois quando eu entrego é discutido. Tudo bem, não é aquela discussão, uma vez que já fizeram antes de eles entregarem o relatório, mas é naqueles sítios onde eles têm mais dúvidas, às vezes perguntam coisas.» (EB)

Existe alguma discussão antes de escreverem o relatório e apresentarem o trabalho escrito - relatório da actividade prática. Pelas afirmações que se seguem só nessa discussão posterior ao procedimento é que se procura relacionar a alguma fundamentação teórica. Primeiro a 'prática', os alunos executam o protocolo, depois a 'teoria', para a explicação:

«A parte teórica é dada ou quando da discussão dos relatórios, ou então, normalmente, como é que hei-de dizer..., por norma nunca dou a teórica antes da prática. Normalmente faço ao contrário, a não ser que seja uma coisa muito complexa, ou que não tenha material, por exemplo ter feijões a germinar ou coisa desse tipo, e então tenho que avançar com a teórica. Mas por norma eles executam primeiro as coisas e depois é que se completa com a teórica. É a única parte em que eles serão um bocadinho mais inventivos.» (EB)

No mesmo sentido, procurámos saber que competências os alunos mobilizavam nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia Bloco III. Com esse objectivo analisámos a entrevista da professora envolvida no estudo principal. Verificámos que no 12º ano os alunos continuavam a

realizar trabalho experimental laboratorial, recorrendo a um protocolo que lhes era previamente fornecido pela professora. Explica esta professora:

«O que nós fazemos é dar alguns conhecimentos teóricos e a partir daí avançar para a pesquisa de um determinado problema. Esse problema, já está todo facilitado porque nós fornecemos os protocolos aos meninos. Portanto, eles já sabem qual é o material, qual é o método... procedimento experimental que vão seguir. Portanto só têm que fazer a experiência, recolher os resultados e tentar tirar algumas conclusões.» (EA)

Pelo que nos diz esta professora as aulas diferem das dos anos anteriores dado que inicialmente lhes lecciona os conhecimentos teóricos antes da execução do protocolo. Confirma-se, contudo, que os alunos não tomam parte no planeamento do mesmo. A professora confirma, também, que as próprias conclusões do trabalho realizado são normalmente 'orientadas' e explica:

«É só seguir o procedimento experimental e depois tirar conclusões, e muitas vezes até as conclusões que tiram são orientadas, porque nós é que colocamos as discussões no protocolo. Na discussão colocamos as questões: A, no ponto 3 do procedimento experimental, com base nos resultados obtidos, que conclusões é que tiras? É tudo orientado. Eles têm a papinha toda feita.» (EA)

Os dados até aqui apresentados foram obtidos durante o estudo preliminar, antes dos alunos terem realizado o trabalho experimental de investigação que serviu de base a este estudo. Posteriormente, e já no decurso do estudo principal, obtiveram-se mais dados acerca do tipo de trabalho experimental que os alunos realizavam, até ao momento deste estudo, nesta disciplina. A partir do documento I, escrito pelos alunos após a realização da primeira investigação e das entrevistas dadas pelos mesmos após a segunda investigação, eles confirmam na totalidade que nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia, blocos I, II e III lhes era fornecido um protocolo, que eles só executavam. Obtivemos respostas do tipo:

«Nas aulas tradicionais de prática laboratorial é-nos imposto um protocolo e um assunto» (DI, A1).

«O tipo de trabalho experimental a que estamos habituados, em que nos colocam um protocolo onde temos um procedimento a seguir» (DI, B4).

«Limitávamo-nos a seguir um protocolo que era fornecido pela professora da disciplina.» (EE, A1).

«É-nos posto um problema, dão-nos a maneira de seguir, de resolver, normalmente até nos sugerem quais os resultados que nos vai dar a experiência» (EE, A4).

«Era-nos fornecido um protocolo e nós seguíamo-lo mesmo rigorosamente e até as conclusões e as discussões eram orientadas» (EE, C1).

Em síntese, podemos, desde já, concluir que os alunos nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia realizam sempre o mesmo tipo de trabalho experimental de laboratório, onde lhes é dado um protocolo. Verifica-se que no trabalho que vinham realizando anteriormente a este estudo, os alunos não participavam na elaboração do plano de investigação, não escolhiam nem formulavam o problema e as hipóteses, nem tão pouco planeavam a experiência. As únicas competências assim mobilizadas, eram a execução do procedimento experimental, o registo e apresentação dos dados e o concluir. Isto porque as aulas decorreram com base no uso de protocolos que os alunos seguiram e onde, por vezes, até os resultados eram indicados, (busca da resposta certa) e a conclusão orientada.

Além disso, verifica-se que, nos 10º e 11º anos, a sequência era 'primeiro a prática, depois a teoria'. No 12º, com a professora envolvida neste estudo, a lógica era de 'primeiro a teoria, depois a prática'. Teoria dada pela professora, não se tratando de um conhecimento construído pelo aluno, nem existindo desta forma uma complementaridade entre a teoria e a prática.

3.2. Vantagens apontadas pelos alunos

Relativamente à questão aberta (questão 4 do questionário), onde se perguntou aos alunos se o trabalho experimental de laboratório tem vantagens, e, se sim, quais?, a totalidade dos alunos respondeu ver vantagens nesse tipo de trabalho. Quanto a quais, os dados obtidos foram analisados com base na grelha de análise referida na metodologia.

Desenvolvimento de competências científicas (de investigação, técnicas práticas e procedimentos)

Vários alunos apontam como vantagens o desenvolvimento de competências científicas manipulativas, *«adquire-se experiência em técnicas laboratoriais.»* (Q3). Consideram que nessas aulas podem *«aprender alguns métodos científicos.»* (Q14) e, nomeadamente *«tomamos conhecimentos de métodos científicos, para estudar material biológico.»* (Q10).

Outra vantagem apontada para o trabalho que têm vindo a realizar ao longo dos anos é de *«nos preparar para um curso onde seja necessário saber trabalhar em laboratório.»* (Q, 6).

Referem ainda que lhes *«permite sobretudo tomar algum contacto com a realidade da investigação científica laboratorial»* (Q8), bem como *«tirar conclusões próprias acerca do trabalho experimental e posso realizar mesmo experiências (quase não há teoria).»* (Q2).

É apontado pelos alunos, como vantagem, o facto de poderem tomar conhecimento do que é o trabalho experimental de laboratório, podendo utilizar competências manipulativas e métodos, o que os poderá ajudar na preparação para uma futura carreira profissional.

Desenvolvimento de competências transversais

A única competência transversal apontada por um aluno foi a respeitante à responsabilidade, *«adquirir uma certa responsabilidade ao realizar o trabalho prático»* (Q12).

Ilustrar / consolidar conhecimento

A maioria dos alunos aponta esta vantagem como se pode verificar pelos diferentes extractos de citações apresentados. Vários alunos referem o facto de o trabalho experimental os ajudar na consolidação do que aprendem teoricamente. Isso é claro nas citações dos alunos, como por exemplo: *«consolidar os conhecimentos aprendidos na aula teoricamente»* (Q12) e, *«consolidar conhecimentos adquiridos teoricamente»* (Q13). Encontramos, também, respostas do tipo:

«Comprovamos por nós próprios o que aprendemos teoricamente. Ficamos com a percepção de como na realidade acontecem as coisas» (Q1);

«Percebe-se melhor a matéria dada a Biologia como experimentação» (Q3);
«Ajuda-nos a compreender melhor alguns conceitos teóricos e mostra-nos a utilidade destes conceitos a nível prático» (Q9).

Outro aspecto por eles referido é o facto de poderem alargar os seus conhecimentos:

«Ter mais noções sobre o que é estudado e alargar os conhecimentos» (Q15);
«Eu não vou seguir medicina, mas se fosse era bom, porque conhecia o organismo de certos animais e mesmo o nosso organismo, e sabe-se como esses organismos trabalham» (Q4);
«Ficamos com mais conhecimentos acerca da vida humana, animal e vegetal» (Q11);
«Observar acontecimentos que de outra forma não seria possível ver» (Q8).

Existe, nos alunos, a ideia de que o trabalho prático que realizam serve para alargar conhecimentos e para consolidar matéria teórica.

Motivar/Estimular

O facto de poder tomar contacto com a realidade:

«Permite entrar em contacto com uma realidade que nós só conhecemos na prática» (Q6);
«É importante ter contacto com a vida que nos rodeia: animal e vegetal, bem como a nossa própria» (Q7);
«Põe-nos em contacto com a realidade da natureza e não apenas esquemas de livros, o que nos faz aperceber da maravilha e da complexidade da vida biológica» (Q5).

O trabalho em laboratório é ainda um motivo de fascínio para os alunos, e que só se torna possível pela prática que este tipo de aulas proporciona: pois *«ficamos com a percepção de como na realidade acontecem as coisas» (Q1)* e, permite *«observar acontecimentos que de outra forma não seria possível ver» (Q8).*

Como parece que ficou claro pelas citações apresentadas, o que motiva os alunos no trabalho experimental que vinham realizando nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia é o contacto com os acontecimentos reais.

Desafiar/Confronto

Nenhum aluno referiu qualquer vantagem da realização do trabalho experimental, desenvolvido habitualmente nas aulas, que se enquadre nesta categoria

De referir também que ainda nesta questão se perguntou aos alunos se encontravam desvantagens no tipo de trabalho prático que têm vindo a realizar. A maioria dos alunos respondeu que não, contudo três responderam que sim, referindo-se ao facto de terem, por vezes, de dissecar animais. Apontaram como razões o desconforto: *«por vezes os trabalhos experimentais estipulados pelo programa obrigam os alunos a realizar tarefas que lhes causam desconforto/perturbação (ex. dissecação de animais)»* (Q13); o não possuírem conhecimento suficiente, *«o facto de termos que sacrificar animais ou plantas é uma desvantagem pois não temos conhecimentos suficientes que justifiquem tal acto»* (Q5); o não existirem condições para a dissecação dos animais. Uma aluna afirma que não aprendeu mais por realizar esse trabalho: *«por vezes é completamente desnecessário a utilização de animais para dissecar, pois não há condições para o fazer e os resultados são pouco melhores do que o que já se sabe»* (Q1).

Em suma, a maioria dos alunos aponta vantagens dentro da categoria do ilustrar conhecimentos. Quase todos afirmam que o trabalho prático que realizam é para consolidar na prática o que aprendem teoricamente. Alguns referem o desenvolvimento de competências científicas, mais concretamente o facto de adquirirem experiência em técnicas laboratoriais e métodos científicos. No que se refere à motivação que este tipo de trabalho prático lhes provoca, as respostas mostram que o que os motiva é a possibilidade de contacto com a realidade, com a natureza. Não foi dada nenhuma resposta que se enquadre na categoria - desafio. Quanto a referências a competências transversais, somente um aluno referiu a responsabilidade.

CAP. II - DIFICULDADES APRESENTADAS PELOS ALUNOS AO REALIZAREM TRABALHO EXPERIMENTAL DE INVESTIGAÇÃO

Os alunos apresentaram dificuldades na realização do trabalho experimental de investigação, concretamente na mobilização de competências científicas e transversais e apontam justificações para esse facto. Tanto os alunos como as professoras referem limitações existentes à realização de trabalho experimental de investigação nas aulas de técnicas Laboratoriais de Biologia.

1. Dificuldades apresentadas na mobilização de competências científicas

Foi na selecção e formulação de um problema, onde maior número de alunos refere ter sentido dificuldades, no que se refere à mobilização de competências científicas. No caso do grupo C, mais especificamente, a dificuldade começou na selecção do problema: *«Mais na formulação da questão...em descobrir um problema interessante para formular...O problema era mais em descobrir um problema para trabalhar»* (EE, C1). No grupo D um aluno refere, de igual modo, que uma das dificuldades foi, *«não sabermos o que é que havíamos de escolher»* (EE, D2).

Na primeira investigação constatámos que, no início da aula, os grupos D e B passaram logo à execução do procedimento. Nas anotações que a investigadora realizou nesta aula, respeitantes ao grupo B pode ler-se, logo no início: *«Levantaram-se logo, procuraram material»*. Teriam já pensado no problema e planeado a experiência anteriormente, mas teriam formulado o problema?

«Sentaram-se na mesa, discussão entre elementos do grupo (não se ouve) "- Podíamos arranjar..." Um aluno explica a sua ideia, outro diz: "- Faz aí um esquema." O primeiro faz um esquema no caderno. Outro aluno do grupo fala: "- Primeiro tens que ter o problema, não é a hipótese. Vais já pensar os dados?" A professora trouxe para mesa tubos. Quando esta conversou com eles, momentos antes, ao pé da secretária, eles falaram em fazer um labirinto. No grupo discutem como fazer o labirinto. "- Não, espera lá, tens que ter uma coisa para estudar."» (O1, B)

Pela análise deste extracto, é-nos efectivamente dado compreender que este grupo não tinha formulado previamente o problema. Ao analisarmos os relatórios entregues alguns dias após a aula em que se realizou a observação, verificamos, no entanto, que o grupo B apresenta o problema formulado. A preocupação demonstrada pelo aluno, *«primeiro tens que ter o problema»*, no decorrer da aula, poderá ter influenciado a formulação do problema. Os grupos C e D partem para a investigação, sem terem formulado um problema. No entanto, nos seus relatórios apontam os objectivos propostos para os seus trabalhos. O grupo C escreve: *«Ao realizarmos este trabalho, tivemos como principal objectivo estudar a reacção das Nereis face a estímulos mecânicos»* (R1, C). O grupo D apresentou dois relatórios, pois efectuou dois trabalhos numa aula. No primeiro escrevem: *«O objectivo deste trabalho é estudar como reage o caracol a estímulos vindos do meio»* (R1, D). No segundo: *«Problema: Quais os órgãos que constituem o rato, para que este reaja aos estímulos do meio»* (R1, D).

Nos relatórios apresentados pelo grupo A, as dificuldades aparecem relacionadas com a formulação do problema. Não o apresentam sobre a forma de questão, mas escrevem na nota introdutória: *«A investigação aqui sujeita a relato teve por ponto de partida o problema de saber se animais diferentes reagem ou não de forma diferente a determinados estímulos olfactivos»* (R1, A).

Mais do que a dificuldade de seleccionar o problema a investigar, esteve presente a dificuldade de entendimento entre os elementos do grupo sobre que problema escolher: *«nem sempre a gente apoiava a mesma ideia»* (EE, D1), *«o que houve mais dificuldade no grupo foi chegarmos a um acordo do que é que íamos fazer, qual era o trabalho que, qual era o problema que nós íamos estudar, porque cada pessoa tinha a sua ideia»* (EE, A3). No extracto seguinte verifica-se esse desacordo, pois um dos elementos do grupo B pretende executar um procedimento diferente, partindo então de um problema diferente, dos outros.

«Estão os quatro alunos na mesa discutindo, verifica-se um desacordo entre dois membros do grupo: "- É muito complicado, não vale a pena... o aluno quer abrir o rato... quais os órgãos que... o cérebro, a espinhal medula?..." Percebe-se que existe desacordo quanto ao problema a estudar. (...) "- O quê? Abrir o rato? Stora..." Impasse (...) Não se entendem, o aluno quer abrir o rato e as colegas não. Discutem. Ficam três na mesa. Desmancham o labirinto. (...) O aluno foi para outro grupo que vai abrir o rato.» (O1, B)

Outra situação de desacordo quanto à escolha do problema gerou-se, pelo facto de dois grupos não terem pedido o material biológico que iriam necessitar para o terceiro trabalho experimental de investigação em laboratório, embora se lhes tivesse sido pedido para o fazerem com antecedência:

«Não é só pensar, não temos o material. E o material onde está? Telefonávamos, não é? Não é agora aqui, a pensarmos na aula, não fazemos nada» (O3, C).

«"- Esquecemo-nos de avisar a stora para trazer caracóis... O que é que a gente faz? Ó stora." A professora vem à mesa e pergunta: "- Qual é o material?" Um aluno responde... (não se ouve). Prof.: - "Não, mas eu disse-vos que, se vocês precisassem de material biológico, pediriam antecipadamente. estes (aponta para o grupo B) pediram ratos, vieram ratos; os outros pediram peixes, vieram os peixes. Vejam lá o que é que pretendem fazer." Afasta-se, e os alunos discutem e um remata: "- Devíamos ter avisado!"» (O3, D).

A ausência do material pretendido gerou uma situação que influenciou de forma negativa o trabalho destes grupos nesta aula, pois tiveram necessidade de repensarem o problema a investigar, bem como planearem um novo procedimento experimental. Também por este motivo não tinham preparado o quadro teórico. Na apresentação do trabalho à turma o grupo C refere isso mesmo: *«não tenho muita coisa para vos dizer não era este o trabalho que a gente ia fazer» (O3, C).* Acabaram por realizar outras investigações a partir de problemas pensados ali na aula.

«"- O sistema nervoso... sei lá". Discutem a ideia de uma delas, uma aluna mostra o que leu às outras, lêem, falam, mas não chegam a acordo. As três alunas de um lado a argumentar com a outra. (...) "- Não estamos todas de acordo e não vale a pena a..." (...) Continuam a falar, chegam a um impasse, uma diz: "- Podíamos fazer ao contrário... animal." "- Vê-se o corte, a planta..." Discutem novamente, consultam o livro. Uma das alunas já com ar aborrecido. "- Será que a reacção..." "- Nós não vamos ficar aqui..." Diz uma aluna directamente para a colega que está em desacordo e continua o '3 contra

1'. "- Mas fazemos alguma coisa." "- Mas não é comigo." "- Cada um diz o que gostou mais..." (...) Um aluno do grupo A pergunta à que não está de acordo com as colegas: "- O que é que tu queres fazer?" É outra aluna que responde... Novamente o aluno: "- Mas que regras têm aí? Vocês têm que concordar todas? ou..." Vem a professora falar com elas. A aluna em desacordo acusa as colegas do grupo: "- Não têm criatividade, não têm imaginação."» (O3, C)

Verificou-se, assim, existir dificuldade no chegar a acordo entre os elementos do grupo C, no momento de decisão sobre um novo problema de investigação.

Ainda nas etapas iniciais, podemos inferir das declarações de um aluno do grupo A as dificuldades sentidas quer na selecção, quer na escolha pelos elementos do grupo, do problema a investigar: *«há aquelas, aquelas alturas em que nos vem tudo à cabeça e depois quando nos dão o tema "- Então e agora o que é que vamos fazer?" e não nos lembramos de nada e depois como é em grupo para estarmos todos de acordo é um bocado difícil. Acho que foi isso»* (EE, A2). Ele refere ainda as dificuldades na formulação do problema. A investigadora questiona o aluno *«mas foi chegar a acordo sobre o problema ou foi formular o problema?»* O aluno responde: *«foi as duas coisas. Porque primeiro formulamos um problema e depois já dizíamos: "- Ah! não fazemos esse, vamos fazer este"»* (EE, A2). Outros alunos, também sentiram essa dificuldade, bem como na formulação da hipótese: *«O facto foi que sentimos algumas dificuldades, nomeadamente formular a hipótese e o problema»* (D1, C2), *«Talvez na, na elaboração do problema e da hipótese»* (EE, A4). Um aluno refere ter sentido dificuldade só na formulação da hipótese porque segundo ele: *«Foi na hipótese porque... eu tinha uma ideia de hipótese que não era bem aquela»* (EE, B4). Foi ainda mencionado o facto de terem sentido dificuldades conjuntamente na selecção do problema e da hipótese, bem como na sua formulação. É exemplo disso a seguinte afirmação: *«Em que etapa é que eu tive mais dificuldades? Principalmente em arranjar uma hipótese, em arranjar um problema e uma hipótese,... Era primeiro arranjá-lo e depois escrevê-lo porque as hipóteses, depois de arranjar o problema, as hipóteses eram mais fáceis de arranjar, só que para as escrever também havia um certo problema»* (EE, B2). Este aspecto é-nos confirmado pelos dados recolhidos nos relatórios da primeira investigação, onde podemos verificar que somente o grupo C não formula nenhuma hipótese. Quanto aos restantes grupos, verificamos existirem dificuldades na sua formulação, como observamos nas transcrições dos seguintes excertos:

«foi posta a hipótese de que, de facto, diferentes animais têm reacções diferentes aos estímulos odoríferos (químicos.» (R1, A); «será que as formigas descobrem o seu alimento através do olfacto?» (R1, B)

Quanto ao grupo D, no primeiro relatório escreve não uma hipótese mas uma questão de investigação: *«Ele irá deslocar-se para meio húmido?» (R1, D)*, e no segundo *«Hipótese: Na nossa opinião, os órgãos que constituem o rato, são semelhantes com os órgãos que constituem o Homem, e assim a reacção que o rato tem com os estímulos do meio serão idênticas com as reacções do Homem, com os estímulos do meio, apresentando algumas diferenças como a fala, o raciocínio, etc.» (R1, D)*

Do extracto seguinte: *«- Podemos ver outra coisa que agora me lembrei, qual é a reacção às cores. (...) Sim, mas o tema é reacção dos estímulos do meio» (O1, A)*, parece poder inferir-se que neste grupo existiu alguma dificuldade em encontrar um problema que lhes interessasse investigar dentro do tema proposto. Ainda enquanto pensam e formulam o problema e a partir do seguinte excerto: *«"- Ver quanto tempo é que eles demoram a reagir..." (não se ouviu devido ao ruído dos outros grupo) "- Substância para ver se tem olfacto...mas não sabem...não vamos provar nada"» (O1, A)*, podemos aperceber-nos que os alunos deste grupo, devido ao tipo de trabalho que têm vindo a desenvolver - de prática confirmatória -, não têm hábito de resolver problemas para os quais não sabem a resposta.

No que diz respeito ao planear o procedimento experimental, e no que respeita à observação e análise que efectuámos dos relatórios elaborados pelos alunos, não nos pareceu existirem dificuldades. No entanto, alguns alunos sentiram-nas como nos é evidenciado nos extractos das entrevistas e documentos, seguintes:

«Estipular um procedimento experimental, que acabava por se tornar complicado» (DI, B3);

«Com a elaboração de protocolos para os diferentes ensaios, em torno do problema colocado. Houve dificuldade em decidir exactamente o que fazer para estudar a/as hipótese/s colocada/s» (EE, C1);

«Talvez o problema maior seja planear as coisas, (...) ter que arranjar maneira de contornar determinados obstáculos, de forma a conseguir realizar as coisas com o maior rigor possível» (EE, A1).

Um aluno refere ainda, para além das dificuldades de planejar, também as de executar: *«A principal dificuldade sentida relacionou-se com uma certa confusão na discriminação dos passos do modo de proceder na experiência e na forma de a conduzir»* (DI, A1). Uma outra aluna refere ter sentido dificuldades só na execução: *«Às vezes, sentia um bocado de dificuldade em elaborar a experiência, porque tinha medo de fazer alguma coisa mal ... ao executar. Tinha medo de me enganar ou aleijar os pobres dos animais coitadinhos»* (EE, D2). As últimas palavras, do anterior excerto, mostram que os alunos também se preocuparam com os problemas de ética. Para confirmar esta ideia, atentemos no seguinte excerto da observação do primeiro trabalho experimental de investigação do grupo A, ocorrido na discussão para escolha do problema: *« - é interessante mas coitadinho do animal (...) - problemas éticos (ri-se) (...) - se ele não sofresse, o problema é ele sofrer»* (O1, A).

Não foi referido por nenhum grupo, terem sentido dificuldades quanto à mobilização das competências de recolha e apresentação dos dados. Aliás, nos relatórios verifica-se a utilização de quadros, gráficos e tabelas na apresentação dos resultados.

Quanto à análise dos dados e discussão dos mesmos, não detectámos dificuldades, porque como os alunos só deveriam entregar os relatórios posteriormente, talvez pensassem como este aluno: *«- Vamos tirar conclusões, temos uma semana para pensar»* (O1,A), outros ocuparam todo o tempo da aula na execução do procedimento. Já ao apontarem as dificuldades sentidas nesta etapa, interpretação dos dados e elaboração das conclusões, afirmam que: *«foi na discussão... a discussão dos resultados que obtivemos»* (EE, C3). *«Uma outra dificuldade... é na conclusão tentar explicar os resultados a que se chegam com base em conhecimentos teóricos, às vezes é um bocado complicado. (...) houve alguma dificuldade em tentar explicar certos aspectos»* (EE, A1). Por exemplo, um aluno do grupo C que investigou a reacção dos Nereis a estímulos mecânicos, refere que foi difícil, *«encontrar as razões pelas quais o animal reagia aos estímulos»* (DI, C2).

Nos relatórios entregues após as aulas observadas, verificou-se que nem sempre os alunos relacionam muito bem a teoria com a prática. Na análise e discussão dos dados não explicam os resultados obtidos à luz da fundamentação teórica, para poderem explicar e perceber o que aconteceu.

O grupo D foi o que mostrou mais dificuldade no primeiro e no segundo trabalho experimental de investigação. Os outros grupos mostraram alguma dificuldade nesta etapa, mas somente na primeira investigação realizada. Exemplifiquemos as dificuldades apresentadas com extractos retirados dos relatórios do grupo D. No segundo trabalho que realizaram na primeira aula observada partem do seguinte problema: *«Quais os órgãos que constituem o rato, para que este reaja aos estímulos do meio?»* (R2, D). E apresentam a seguinte hipótese: *«Hipótese: Na nossa opinião, os órgãos que constituem o rato, são semelhantes com os órgãos que constituem o Homem e, assim, a reacção que o rato tem com os estímulos do meio serão idênticas com as reacções do Homem»* (R2, D). Na introdução teórica falam do rato, nomeadamente do seu habitat, fazem uma descrição de algumas características morfológicas nomeadamente crânio e dentição. Nos resultados apresentam sob a forma de desenho as cavidades abdominal e torácica aberta com os vários órgãos. Depois apresentam uma conclusão que passamos a citar na íntegra:

«Conclusão/Crítica

Na opinião do grupo este trabalho ocorreu sem problemas.

Os resultados obtidos na experiência vão de acordo com a hipótese formulada.

Para o grupo este trabalho teve um certo grau de importância, visto que, este trabalho foi a 1ª dissecação dum animal vertebrado, ou seja, a realização desta tarefa deu-nos a oportunidade de visualizar o interior de um animal.

Em conclusão, o grupo acha que este trabalho foi útil, porque permite aos alunos testar os seus conhecimentos científicos e teóricos.» (R2, D)

Como se pode verificar não existe uma coerência interna neste trabalho. Não existe uma relação entre o problema, a hipótese, o procedimento utilizado, os resultados e a conclusão. Parece-nos que estes alunos queriam dissecar um animal, e não dar resposta a um problema. No relatório referente à segunda aula, constituindo para este grupo o terceiro trabalho experimental, com o tema “coordenação neuro-muscular”, partem do problema: *«Será que a amplitude dos saltos é influenciada pela variação da temperatura?»* (R3, D). E apresentam a seguinte hipótese: *«Se a amplitude dos saltos é influenciada pela variação da temperatura então colocando-a (rã) em temperaturas diferentes a amplitude dos saltos vai ser diferente»* (R3, D). Na introdução falam dos anfíbios, das suas características morfológicas, tipo de reprodução, processo de metamorfose e locomoção. Não relacionam o seu quadro teórico em

nenhum momento com o tema. Após os resultados apresentam uma conclusão que passamos a citar na íntegra:

«Muitos animais incluindo as rãs deslocam-se aos saltos, os animais conseguem saltar mais longe em relação ao comprimento porque produzem mais força em relação ao peso que possuem. Para saltar a rã usa partes que distendem as suas patas posteriores. Verifica-se que na água congelada o girino quase não se mexeu apenas rastejou enquanto que em água a 37° C o girino deu grandes saltos e frequentes. O resultado vai reforçar ou provar a hipótese. A amplitude dos saltos é influenciada pela variação da temperatura.»

(R3, D)

Para além dos erros científicos, mais uma vez verificamos não existir uma explicação dos resultados obtidos, através de uma fundamentação teórica.

No grupo A, durante a análise e discussão dos resultados, como podemos inferir do extracto seguinte, verifica-se que os alunos compartimentam os saberes das diferentes disciplinas, têm dificuldade em os relacionar e perceber a Ciência como um todo (interdisciplinaridade). *«Cada um voltou a ver os resultados obtidos. O aluno que efectuou o procedimento com a formiga diz: - "Ela fazia isto.", e desenhava. Continuam a falar dos resultados: - "Dos órgãos receptores passa para os órgãos efectores... - Ó pá, isso é psicologia - vai para os decodificadores..."* (O1, A).

Em síntese, notámos que a maioria dos alunos teve dificuldade na selecção e formulação de um problema. Alguns grupos partem para a investigação sem problema definido, apontam sim objectivos para o trabalho nos relatórios. Outros, embora o tenham colocado, formularam-no mal. Segundo os alunos, mais difícil do que seleccionar foi chegar a acordo sobre o problema a investigar. Na terceira investigação, nos dois grupos que não requisitaram antecipadamente o material biológico que iriam necessitar para a aula observada, tendo assim que, face ao material disponível escolher e formular um novo problema, verificámos notoriamente a dificuldade de chegarem a um consenso. Alguns tiveram simultaneamente dificuldades na formulação da hipótese e na de selecção e formulação do problema. Aparecem hipóteses mal formuladas nos

relatórios relativos à primeira investigação. Os alunos afirmam ainda ter sentido dificuldade em planear as experiências e na análise dos dados, na discussão e explicação dos resultados.

Podemos observar nos relatórios dificuldade de relacionar a teoria com a prática, os trabalhos aparecem sem coerência interna, entre problema, fundamentação teórica, procedimentos e conclusões. Onde não se verificaram dificuldades foi na execução, recolha, registo e apresentação dos dados.

De tudo o que acima ficou exposto, parece-nos lícito afirmar que, relativamente às dificuldades na mobilização de competências científicas necessárias a uma investigação, os alunos revelaram mais dificuldades nas etapas iniciais, da escolha do problema ao planeamento da experiência, do que nas finais, da execução à conclusão.

Adiante tentaremos, do ponto de vista dos alunos, perceber o 'porquê' destas dificuldades.

2. Dificuldades apresentadas na mobilização de competências transversais

No que se refere à mobilização de competências transversais, surgiram dificuldades em trabalhar em grupo. Este facto já foi evidenciado anteriormente quando nos referimos às dificuldades na selecção do problema a investigar. O aluno que estava em desacordo, pois pretendia elaborar um procedimento diferente dos outros três colegas do grupo, como foi contrariado na sua opção «*O aluno foi para outro grupo que vai abrir o rato*» (O1, B). Vem, ainda, posteriormente afirmar que: «*Esta aula só vem demonstrar que é muito difícil trabalhar em grupo sem ter tudo estudado e pronto para fazer. Além da vontade que uns demonstram e que vão contra as vontades de outros...*» (DI, B2). A este propósito refere-se ainda um aluno, da seguinte forma: «*em grupo para estarmos todos de acordo é um bocado difícil*» (EE, A2).

Na divisão de tarefas, foi difícil chegar a consensos, no que se refere à escolha do relator do grupo, dada a necessidade de apresentar aos colegas os resultados obtidos. Isto ficou patente no extracto da observação da terceira investigação do grupo C que a seguir apresentamos:

«- Tirem à sorte, tirem à sorte. Eu não falo, eu já falei tanta vez. Tirem à sorte... portanto, tirem à sorte, a não ser que cheguem a consenso.» (...) Ouve-se a aluna que não estava em acordo dizer: " - Não sou capaz de falar para um grupo enorme de pessoas como está aqui. Eu não falo." Discutem quem vai apresentar à turma o trabalho desenvolvido. "- Tem que ser exposto. Toda a

gente tem que falar." "- Eu sei que sim, mas infelizmente não sou capaz, não tenho culpa. Eu sei que sim, só que neste momento não sou capaz."» (O3, C)

Aparece, também, referenciada nas entrevistas dos alunos, como uma dificuldade sentida, a organização e controlo do tempo: *«senti algumas dificuldades, nomeadamente a nível de organização do trabalho e de controlo do tempo»* (D1, A2), *«As desvantagens / dificuldades relacionam-se, sobretudo, com a organização do trabalho»* (EE, C1), *«O tempo também dificultou, porque não pudemos fazer um trabalho a longo prazo»* (EE, B1).

Em suma, quanto às competências transversais, verificámos e os alunos confirmaram-nos ter sentido dificuldade no trabalhar em grupo, pois era difícil chegar a consensos. Os alunos referem ainda que sentiram dificuldade na organização e controlo do tempo.

3. Razões das dificuldades que existiram na realização das investigações na perspectiva dos alunos

Algumas razões apontadas pelos alunos para justificar as dificuldades que existiram, nomeadamente no que se refere ao encontrar um problema para investigar, em formular hipóteses e em planear, foram o facto de, no passado, realizarem um tipo de trabalho experimental sempre apoiado num protocolo, em que não utilizavam a imaginação, a criatividade e o pensamento, sendo que só executavam o procedimento descrito e em que até os resultados eram normalmente sugeridos. Consequentemente, aparece como justificação para as dificuldades acima referidas o facto de ser uma primeira vez em que lhes foi pedido/permitido que mobilizassem essas competências, o terem que pensar, seleccionar um problema, formulá-lo, bem como às hipóteses e planear todo o procedimento em conformidade com o problema por eles escolhido.

Ainda, relativamente à formulação das hipóteses, existe uma referência às concepções que os alunos já possuem anteriormente e trazem para a sala de aula e que vão influenciar todo o desempenho do aluno, se não forem tomadas em consideração.

No que diz respeito à interpretação dos dados e conclusões, além da já referida falta de prática no exercício destas competências, os alunos explicam que, muitas vezes, nas conclusões limitavam-se a responder a questões colocadas pelas professoras, questões essas que serviam de orientação.

Uma outra justificação para algumas das dificuldades sentidas foi o material disponível, quer de laboratório, quer biológico. As citações seguintes vêm confirmar todos estes aspectos referidos:

«Mais aquela sensação, temos aqui tanta informação, onde é que vamos pegar exactamente, o que é que vamos fazer, porque como nós não estávamos habituados a essa actividade, uma coisa é darem-nos uma questão, a pessoa vai pesquisar acerca da questão e encontra as respostas, outra coisa é darem-nos assim, um leque vasto assim de matéria e dizerem-nos: "- Vá agora pesquisem." E uma pessoa acaba por descobrir que não tem assim um espírito nada... pouco criativo nesse sentido. É assim um bocado complicado... O problema era mais em descobrir um problema para trabalhar.» (EE, C1)

Quando a investigadora lhe pergunta o porquê dessa dificuldade o aluno responde: *«Se calhar por falta de prática nesse tipo de actividade, e claro, e como não há prática, não há exercício dessa qualidade da pessoa. É como se nos soltassem assim de repente e dissessem: - Agora desenrasquem-se (...) pensem.» (EE, C1).*

No mesmo sentido um outro aluno refere que a dificuldade: *«foi saber o que íamos investigar, como não tínhamos assim muita prática... é um bocado difícil» (EE, D2).*

Para encontrar o problema e a hipótese refere-nos um aluno:

«Em que etapa é que eu tive mais dificuldades? Principalmente em arranjar uma hipótese, em arranjar um problema e uma hipótese, porque, na primeira experiência, porque não tinha pensado em nada, e na segunda experiência... porque nós com as experiências como fazíamos não, não trabalhávamos muito... a nossa capacidade de imaginação... não tínhamos raciocínio lógico para, para este tipo de experiência.» (EE, B2)

Podemos notar as referências já ao passado, às aulas de trabalho experimental, em que, como já referimos, lhes era dado o protocolo, bem como ao facto de, quanto à primeira investigação, não terem pensado anteriormente à aula observada pela investigadora e não terem preparado em casa como lhes foi pedido. Estes aspectos são confirmado no seguinte excerto:

«*não trazia o trabalho de casa feito*» (DI, B2) e «*se tivéssemos preparado a experiência anteriormente...*» (DI, B1).

No extracto seguinte, e no que concerne à formulação do problema e da hipótese, um aluno descreve que:

«Talvez na elaboração do problema e da hipótese, porque é a parte que nós não estávamos habituados a fazer, não é? É-nos posto um problema, dão-nos a maneira de seguir, de resolver, normalmente até nos sugerem quais os resultados que nos vai dar a experiência, portanto, essa parte é muito mais difícil para nós, não estávamos habituados.» (EE, A4)

Outra razão apontada para explicar a dificuldade sentida na formulação da hipótese foi: «*eu tinha uma ideia de hipótese que não era bem aquela, depois da stora dizer como é que ela era estruturada já foi diferente (...) Demos isso no 10º ano, só que a gente nunca chegou mesmo a fazer, não, não foi a prática, por isso foi meio esquecido*» (EE, B4).

Quanto ao planear do procedimento experimental foi-nos dito que:

«Al.: - Ao planear a experiência... talvez por ter sido a primeira vez nós não estávamos habituados... (...) Nós estávamos sempre apoiados em protocolos e tínhamos aquilo para fazer e tínhamos que executar, e aqui não, tivemos que começar a pensar mais, tivemos que testar a nossa capacidade (...) de ter feito um trabalho sem protocolo.» (EE, D1)

«penso que foi (...) planear especialmente, porque não estamos habituados. É a coisa a que estamos menos habituados. Fazermos, imaginarmos um problema e tentarmos adequar o que temos no laboratório, e o material que tínhamos a esse problema de forma a conseguir comprovar ou contrariar a hipótese. Isso é um bocado difícil para nós, que não estamos nada habituados.» (EE, B1)

A falta de prática neste tipo de trabalho, também, é uma constante, nas afirmações anteriores dos alunos, como nos refere um aluno: «*como não existe nenhum protocolo*

formulado e como foi a primeira vez que executamos um trabalho experimental por inteiro sozinhos, sentimo-nos confusos e sem saber o que seguir e fazer» (DI, C3).

Aparece a referência ao material disponível como um entrave à escolha do procedimento experimental a seguir. Sobre essa falta de material foi-nos ainda dito:

«As dificuldades foram principalmente a falta de material para o estudo. Faltou-nos tanto material de laboratório como diferentes animais para o estudo» (DI, B1);

«As principais dificuldades sentidas foram, possivelmente a falta de material para estimular os animais» (EE, B3);

«Houve algumas dificuldades no sentido em que por vezes imaginamos fazer coisas que não podemos realizar» (EE, B4).

Todas estas referências foram feitas por alunos do grupo B, por terem concebido problemas e procedimentos demasiado 'complexos', para o material que tinham disponível para os realizar.

Na selecção do problema, no grupo A, na segunda investigação, aparece como factor limitativo para os alunos o tema proposto e, também, o material biológico disponível:

«Todos sentados, consultam um livro e discutem. Trocam ideias, todos falam... (não se ouve) Olham para trás para ver os animais que têm à disposição. "- Podemos ver... por exemplo, tartarugas..." Foram buscar mais dois livros e consultam-nos. A professora aproxima-se: "- Aqui já têm alguma ideia?" (...) O aluno pergunta: "- Que animais é que há?" Prof.: "- Tartarugas, peixes, rãs, pintos. Vejam lá!" Mais consulta bibliográfica, discussão... retiram ideias do livro. "- Se nós temos que estudar..." (...) Prof.: "- Qual seria o problema?».
(O2, A)

Neste caso, além do material biológico existente, parece-nos compreender que o tema dentro do qual tinham que seleccionar o problema a investigar, foi sentido pelos alunos como mais um factor limitativo da sua acção.

A falta de prática é também apontada para justificar as dificuldades sentidas pelos alunos na etapa de interpretação dos dados e conclusão, como é referido:

«Houve alguma dificuldade em tentar explicar certos aspectos... por falta de treino da nossa parte, provavelmente» (EE, A1);

«Na discussão porque não estávamos habituados a fazer este tipo de trabalho, foi a primeira vez, então não sabíamos mesmo por onde começar, depois o segundo trabalho já foi mais fácil (...) porque normalmente a gente tinha o protocolo, não é? Tirávamos as conclusões e depois, a professora no protocolo dava-nos certos passos para a gente fazer a conclusão e nós era só seguir os passos e pronto estava feito. E agora não» (EE, C3);

«Porque as nossa conclusões nos outros relatórios também eram perguntas, nós tínhamos que responder, já era tudo assim mesmo... orientado, nós só tínhamos que responder» (EE, C4).

Aparece-nos, assim, como uma razão para as dificuldades sentidas na interpretação dos dados e conclusões, o facto das conclusões nos trabalhos práticos no passado serem orientadas por questões às quais os alunos apenas tinham de dar resposta.

Existem referências ao método científico, dúvidas sobre qual método seguir, como justificação para as dificuldades sentidas pelos alunos.

«Nem tínhamos a noção de como era o método científico» (EE, B1);

«Encontrar meios que nos permitam chegar aos fins pretendidos. Também é neste sentido que surgem ideias, mas será que são a melhor forma de chegar à resposta do nosso problema? Esta é uma das dificuldades que senti. Existiram certas dúvidas no que se referia ao método que devíamos seguir,... Neste primeiro trabalho de investigação aberta, tudo me pareceu um pouco confuso e cheio de incertezas. Será que estou a proceder de modo correcto? Será que este é o modo de estudar este determinado aspecto? Será que chegaremos a conclusões?» (EE, A4)

Podemos inferir a partir da última citação, que existiu alguma insegurança nos alunos na realização das actividades experimentais. Talvez que, como refere um aluno *«posso afirmar que as dificuldades sentidas irão diminuir com a repetição da experiência» (DI, A2).*

Em síntese, os próprios alunos apontam razões justificativas das dificuldades que existiram na mobilização das competências científicas necessárias à realização das investigações. A maioria deles refere, como justificação para as dificuldades na escolha e formulação do problema e das hipóteses, o facto de não estarem habituados a este tipo de trabalho, o não terem prática em seleccionar uma entre várias possibilidades. Outros, ainda, justificam as dificuldades sentidas com o facto de não estarem habituados a trabalhar a imaginação. Um, refere que, tinha uma ideia diferente do que era uma hipótese, o que condicionou o seu desempenho (existência de concepções alternativas). É-nos também referida como justificação, a falta de preparação prévia à aula observada. Para as dificuldades sentidas no planeamento explicam que consideram que foi devido ao facto de antes terem sempre o apoio do protocolo, logo, não estarem habituados a esta autonomia. Referem igualmente, como razão para as dificuldades, o desconhecimento do método científico, bem como a falta de material. O facto de a conclusão ser, normalmente orientada e mais uma vez à falta de prática, são, segundo os alunos, razões que justificam as dificuldades por eles sentidas na elaboração das conclusões dos trabalhos.

4. Limitações à realização de trabalho experimental de investigação nas aulas da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia na perspectiva dos alunos

Estando o objectivo do nosso trabalho relacionado com o desenvolvimento de competências científicas na realização de trabalho experimental de investigação em laboratório, na entrevista efectuada aos alunos, as questões colocadas visavam compreender as dificuldades que sentiram na realização do mesmo e os porquês dessas dificuldades. Houve, no entanto, alguns alunos que, indo além do solicitado, referiram factores limitativos à realização nas aulas de investigações experimentais, como por exemplo, o programa, a avaliação, a interdisciplinaridade.

Os alunos sentem que não existe articulação entre as disciplinas teóricas e as práticas, ou quando existe, nem sempre resulta a articulação temporal dos conteúdos.

«Quando optei pelas técnicas a minha ideia é que nós tínhamos CTV, que era as Ciências da Terra e da Vida, e que havia uma certa relação entre a matéria que nós dávamos em CTV e, depois nas técnicas íamos pôr em prática e fazer experiências acerca daqueles assuntos, mas depois ou não se dava na mesma,

falava-se das mesmas coisas, só que ou em alturas diferentes ou então em aspectos diferentes, (...) nós este ano temos Biologia e temos as técnicas. Se nós em Biologia dêssemos a matéria antes de, de dar nas técnicas, primeiro era escusado dar em técnicas e perdermos tempo, depois também a maneira como trabalhávamos e depois propriamente o relacionar tudo era mais fácil» (EE, A4);

«Só que o tempo, se calhar, e a articulação entre as disciplinas não é muito bem feita» (EE, B1).

A existência de um programa, a necessidade de o cumprir e a avaliação final relacionada com o conteúdo desse programa são também, segundo alguns alunos, factores condicionantes.

«Acho que se devia fazer investigação, mas por outro lado também compreendo que seja difícil por causa do programa (...) estamos na escola, temos um programa a cumprir e, às vezes, nem mesmo o próprio assunto do programa dá para fazermos investigação livre, tem mais que fazer, temos mais que observar mais aquilo que nos dizem para observar do que propriamente investigarmos sobre alguma coisa (...) É mais em função do exame final, pelo menos este ano.» (EE, A4)

Vem reforçar esta última ideia sobre o problema da avaliação, o extracto seguinte: «Nós também estamos habituados àquela maneira e depois tudo é daquela maneira, daquela forma, e no final temos uma avaliação que é daquela forma, tudo o que nós fizemos durante o ano todo» (EE, B1).

Será o programa factor condicionante da não realização deste tipo de trabalho experimental ou a forma dos professores abordarem esse mesmo programa?

5. Limitações à realização de trabalho experimental de investigação nas aulas da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia na perspectiva das professoras

É interessante verificar que a professora que leccionou a disciplina nos anos anteriores, ao explicar a forma como lecciona a disciplina considera, ela própria, que deviam ser diferentes as

aulas dadas nesta disciplina: «*Eu continuo a achar que o ideal ..., que esta é uma disciplina essencialmente experimental. ..., o processo devia ser outro. Deveriam ser eles a levantar os problemas, deveriam ser eles a propor como testá-los, como resolver, tudo isso*» (EB). Mas logo aponta limitações existentes na escola para justificar a não realização de mais e diferentes tipos de trabalho experimental como sejam as investigações.

«Mas continuo a dizer que com uma carga horária, e com o número de alunos que temos, não é possível de maneira nenhuma, (...) Existem muitos limites e mesmo a nível humano e mesmo a nível físico. Por exemplo, nós aqui se compararmos o material que existe neste laboratório com o que existe em química, nem tem comparação.(...) não há espaço nem tempo, nem material sequer para eles ah!... de repente surgir um problema e irem identificá-lo, não há... Nós não temos, eu penso que nós não temos material nem mesmo hipóteses de fazer isso ainda. (...) Tempo, muito essencialmente tempo e carga horária deles, porque não têm tempo de maneira nenhuma.» (EB)

Além do elevado número de alunos por turma, a carga horária excessiva dos alunos, logo a consequente falta de tempo, e o material disponível no laboratório, a professora considera também, que os temas do programa nem sempre são os mais adequados para os alunos deste nível:

«Alguns dos temas eu acho que estão um bocadinho desfasados ... uma série de temas daqueles que são tratados no 12º ano, são aqueles que vão ser tratados na faculdade.(...) há muitos trabalhos, nomeadamente os que são relacionados com a parte da citologia vegetal, complexos para eles entenderem e a finalidade de tudo isso é complexo para, um bocado complexo para eles conseguirem chegar lá.» (EB)

Temas complexos, ou demasiados complexos para os alunos? É que, esta professora considera que:

« Nem eles têm, eles... os nossos alunos de 10º e 11º ano, os 11º ano já estão um bocadinho seleccionados por aquela etapa do 10º, mas não têm..., como é

que eu hei-de dizer, a não ser três ou quatro, eles não têm capacidade mesmo para formular problemas e para depois avançar com uma solução para os mesmos.» (EB)

Justifica ainda o facto de utilizar protocolo e não outro tipo de trabalho experimental de laboratório com o tipo de ensino dos anos anteriores e a forma como se lecciona em determinadas disciplinas.

«Portanto, a maneira como eles vêm e a forma como eles são trabalhados... É porque nós trabalhamos de uma determinada maneira mas depois vêm da área das letras ... O raciocínio que eles têm que desenvolver é muito curto, portanto, é muito pouco, e portanto eles continuam assim. Nomeadamente no 10º ano, é mesmo contínuo do 9º, eles continuam a achar que ainda estão no 9º ano, e continuam a ser muito dependentes.» (EB)

Quando a investigadora lhe pergunta, no sentido de uma maior explicitação, o porque da afirmação de que os alunos não têm capacidades (alusão a uma referência da professora) e são dependentes, obtém a seguinte justificação/resposta: *«Não quer dizer que eles não tenham capacidades. Eles têm, só que não aprenderam a trabalhá-las. Não aprenderam a trabalhar as capacidades, não foram estimulados a isso» (EB).*

Esta professora tem também a ideia, já à partida, que os alunos não vão seguir estudos *«Quer dizer que a grande maioria não segue para lado nenhum. A grande maioria dos nossos alunos vai ficar por aí» (EB).*

Também, a professora envolvida neste estudo, ao falar sobre o tipo de aulas que normalmente lecciona, acaba por apontar limites:

«Eu acho que pelo menos ajuda a desenvolver certas práticas laboratoriais, e isso já é importante. Porque eu tenho alunos que já estão na faculdade, e vão-me visitar, e dizem que alguns protocolos até são em comum, e muitos já têm alguma parte do trabalho feita. Acho que pelo menos em termos de técnicas laboratoriais e prática laboratorial já 'não vão descalços'.» (EA)

Mas logo contrapõe:

«Por outro lado, em termos de desenvolvimento do raciocínio, ... ajuda muito pouco, porque todo o trabalho está facilitado. Se fossem eles a formular o problema, a pensar numa maneira de pesquisar aquele assunto, aí sim; mas tal levaria muito tempo e nós temos que cumprir obrigatoriamente o programa. (...) Apesar de termos uma prova global que é feita a nível da escola, pronto, temos sempre aquele problema de cumprir o programa.» (EA)

Aponta como condicionante o programa a cumprir. Além disso, enquanto fala da ideia que tem de investigação aberta, a professora refere que, na sua opinião, os alunos não gostam muito de trabalho que exija mais esforço: *«Sei que é um método mais trabalhoso, porque os obriga a eles... trabalhoso pelo menos da parte deles. Exige um bocado a pensar e a pesquisar e eles não estão muito habituados a isso. E quando nós exigimos um bocado mais de trabalho, eles também não gostam muito» (EA)*. E, os alunos não gostam, afirma a professora, porque não estão habituados.

As professoras apontam os factores limitativos à sua actuação, justificando o porquê de leccionarem esta disciplina com o recurso à utilização do protocolo e não outros tipos de trabalho experimental em laboratório. Referem limitações relacionadas com as condições escolares e curriculares tais como: a falta de material; de espaço; de tempo, a necessidade de cumprir os programas uma vez que existe uma avaliação final e dada a excessiva carga horária dos alunos; o programa e o elevado número de alunos por turma. Referem ainda limitações relacionadas com os alunos tais como: não possuírem capacidades, nomeadamente de resolução de problemas; terem falta de hábitos de pensar, o que relacionam com a forma de leccionar de outras disciplinas; e o estarem mais preocupados com o facto de passarem nos exames finais, logo, mais com a avaliação do que com o desenvolvimento das aulas em si.

Na mesma linha de ideias das professoras, também os alunos consideram difícil a realização de trabalho experimental de investigação nas aulas, pois estão condicionados pela forma de avaliação, dado o próprio programa da disciplina e a inexistência de interdisciplinaridade, concretamente entre as disciplinas de Ciências da Terra e da Vida e de Técnicas Laboratoriais de Biologia.

CAP. 3 - AS POTENCIALIDADES DO TRABALHO EXPERIMENTAL DE INVESTIGAÇÃO NA PERSPECTIVA DOS ALUNOS

Para os alunos a realização de trabalho experimental de investigação apresenta várias vantagens. Permite o desenvolvimento de competências científicas e consequentemente o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, o desenvolvimento do pensamento, a compreensão de como funciona a Ciência, entre outras. Permite, ainda, segundo os alunos, o desenvolvimento de competências transversais. Para além destas vantagens motiva-os, desafia-os e pode, por vezes, ajudar a consolidar conhecimentos.

1. Desenvolvimento de competências científicas

Após a primeira investigação, no documento I, houve alunos que referiram que, *«este tipo de trabalho experimental traz-nos algumas vantagens, entre as quais o começarmos a habituar-nos a colocar problemas e a formular hipóteses»* (DI, B4).

Apontaram ainda o seguinte: *«foi possível escolhermos o material biológico com que pretendemos trabalhar, formular o nosso próprio problema e hipótese, deliberar sobre o material a utilizar, bem como os métodos»* (DI, C2). Logo, concluíram: *«dá-nos a oportunidade de pormos nós as questões, deliberar sobre o material, o procedimento»* (EE, C2). Referiram ainda: *«Nestas aulas podemos escolher o animal com que queremos trabalhar e o que queremos estudar, sem ter que seguir o protocolo com os passos determinados. Mas temos que seguir as regras básicas de trabalho no laboratório»* (DI, C4).

Nas entrevistas, o número de alunos, que referiram como vantagem, o facto de poderem formular o problema e as hipóteses, aumentou. O aluno B4 complementa na entrevista o que escreveu no documento I sobre o facto de aprender a realizar uma investigação, afirmando que *«isso foi bom, já é um treino, a gente já vai com uma ideia daquilo que é, não pode haver muitas confusões, saber que, se calhar não temos que pensar primeiro no material que a gente vai usar, que foi esse o grande problema e que temos que pensar primeiro no problema e aquilo que queremos mesmo fazer»* (EE, B4). Os alunos percebem que não se começa a pesquisa por executar, que foi o que aconteceu ao grupo B no primeiro trabalho, e sim, que toda a investigação começa pela formulação de um problema. As suas palavras indiciam também, que já está implícita a ideia da necessidade de planear. Em concordância com esta ideia também o aluno A1, logo após a primeira investigação, refere o facto de terem que

conceber todo o protocolo (planear a experiência) ao escrever que, *«não é a mesma coisa ter tudo arranjado num tabuleiro à nossa frente e ter que conceber todo um protocolo e ainda arranjar o material necessário»* (DI, A1). Também, o aluno A2, ao referir-se à vantagem de aprender a realizar uma investigação afirma que, *«para já aprendíamos a trabalhar melhor com o material porque normalmente nas aulas utilizamos sempre o mesmo, e, e depois aprendíamos a planear uma experiência, a colocar o problema, a hipótese, porque nós chegamos cá já está tudo feito, é só fazer, experimentar mesmo»* (EE, A2). Mais uma vez se verifica que nas aulas práticas anteriores os alunos só executavam o trabalho proposto. Podemos inferir esse facto mais uma vez na seguinte citação, *«a gente não tinha assim muitas noções sobre formular problemas e hipóteses e assim eu acho que também, assim fazer o relatório...»* (EE, B3).

O aluno A4, após a realização da segunda investigação aponta também como vantagem o aprender a realizar uma investigação dado que:

«Se nos puserem um protocolo para nós executarmos acaba por ser simplesmente uma execução e, e não é a partir de nós. Quando nós estamos numa, numa investigação mais livre, ao mesmo tempo é mais difícil, mas também ah! nós conseguimos ganhar capacidades de formular todo o processo.» (EE, A4)

E explica que essas capacidades são:

«As capacidades de pegar num assunto e formular um problema, ah! de, de arranjar uma hipótese com coerência também e depois tentar testar essa hipótese, que eu acho que é a parte mais difícil, que é que nós temos uma hipótese, mas temos que arranjar uma experiência que vá de acordo, que prove, que verifique mesmo essa hipótese... Fazendo isto é uma parte mais teórica, mas também se acaba na experiência.» (EE, A4)

Quando a investigadora lhe pediu para explicitar o que quis dizer com 'parte mais teórica' a aluna explica que:

«As Técnicas é mais movimento de material e, e é mais uma experiência concreta, mas antes de haver essa experiência concreta tem de se saber como é que se vai fazer a experiência. E essa parte de como é que se vai fazer a experiência já está subentendida mas não é muito trabalhada. Mas se calhar depois, se fosse mais trabalhada, tornava-se mais fácil, pronto, a execução logo da experiência.» (EE, A4)

Da análise do discurso é-nos dado compreender que a aluna relaciona técnicas com a actividade de executar, mas que, ao realizar uma investigação, sentiu a necessidade de planear 'a experiência propriamente dita', e não apenas executá-la.

Ainda como exemplo de alunos que apontam vantagens no facto de terem realizado as etapas necessárias numa investigação, citamos o aluno B1 que considera que *«podermos levantar hipóteses, isso é muito bom para nós próprios, tentarmos colocar hipóteses e pensarmos como é que as coisas, quais são as respostas para as coisas (...) acho que é importante para qualquer ser humano, ter a noção do que é que é pôr as questões e questionar-se por que é que as coisas acontecem»* (EE, B1).

O aluno A1, que, no documento I, tinha escrito como vantagem o desenvolver as capacidades de questionar, problematizar e agir, explica posteriormente, na entrevista, que *«quando se tem que investigar uma coisa, ninguém nos vem dizer como é que temos que fazer. Temos que nós pôr os problemas e tentar chegar a conclusões e a planear.»* e afirma que *«no geral, eu acho que era benéfico para todos»* (EE, A1).

Como podemos verificar, os alunos consideram vantajoso na realização das investigações, aprender a investigar passando por: a elaboração do plano de investigação, formulando o próprio problema e hipóteses; a escolha do material a utilizar e o método a seguir. Parecem ter compreendido a necessidade de partir de um problema e de aprender a planear antes de executarem um procedimento.

Quanto à necessidade de interpretação dos dados, verificámos que eles apontam um maior número de vantagens na entrevista realizada após a segunda investigação. No entanto, no documento I, escrito após a primeira investigação, já referem algumas dessas vantagens.

Alguns alunos, nomeadamente B1 e A4, consideraram importante o facto de terem que interpretar e explicar os resultados, tendo para isso que relacionar a teoria com os dados empíricos. Citemos o aluno B1, que afirma que:

«Ah! O comparar a teoria com a prática é, praticamente das coisas mais importantes que acontece... foi mesmo isso que fizemos, ...nós praticamente nunca fazíamos isso. O que nós fazíamos, davam-nos a teoria e depois fazíamos a prática, quase nunca havia uma comparação, não havia uma resposta a dizer, e aconteceu isto por isto e isto ou aconteceu aquilo por aquilo e aquilo. Era mais responder o que aconteceu, porque tinha que acontecer o que lá estava, já sabíamos o que ia acontecer e tínhamos só que dizer que aquilo aconteceu, pronto. Isto foi das coisas que, acho que foi das coisas mais, mais importantes, e de que mais beneficiámos, ao fazermos isto». (EE, B1)

No mesmo sentido, o aluno A4, considera importante terem que interpretar os resultados, mesmo os erros e referindo-se às aulas anteriores, explica que, normalmente até os resultados que iriam obter lhes eram sugeridos. Citamos:

«Sugerem, por exemplo, há qualquer coisa que corre mal na experiência, devia dar um resultado e não dá e a professora explica: - olha não é bem este resultado que devia dar, deviam ter obtido outros resultados. Portanto, há uma certa ajuda. Só que sozinhos não é bem assim, não é? Dá um resultado e nós temos que perceber onde é que está o erro e etc.» (EE, A4)

Houve alunos que apontaram como vantagem para a realização de uma investigação o aumento do conhecimento e a possibilidade de tomar conhecimento pela prática.

«Acho que este tipo de aulas são muito vantajosas, porque podemos alargar os nossos conhecimentos em relação às hipóteses que criamos na nossa cabeça e saber mais acerca do comportamento de seres com os quais não estamos habituados a contactar, como por exemplo o rato.» (DI, D3)

«As vantagens são termos sido obrigados a levantar hipóteses que independentemente de estarem correctas ou não, tivemos de investigar nos livros. Assim tomámos conhecimento não apenas através da teoria, mas também pela prática, conseguindo comparar as duas e agir de forma mais interessante.» (DI, B1)

Além de alargar conhecimentos, mais uma vez é referida a relação teoria/prática o que, segundo os alunos, praticamente nunca faziam anteriormente.

Muitos alunos consideraram difícil a realização do trabalho experimental de investigação, principalmente por não estarem habituados. Contudo, consideram-no importante, *«apesar de ter sido difícil, porque estes itens não eram, pelo menos até agora ao 12º ano, não eram frequentemente levados assim em grande conta. Apesar de ser difícil é uma coisa que deve ser exercitada, pelo menos na área em que estamos, é importante» (EE, C1).*

2. Desenvolvimento de competências transversais

Como se pode verificar no excerto a seguir indicado, uma das competências transversais referida como vantagem é aprender a trabalhar em grupo: *«Acho que é também uma boa forma de começarmos a aprender mais, como é que se deve trabalhar em grupo» (DI, B4),* escreve este aluno depois da realização da primeira investigação. Após a segunda investigação, explica que normalmente, *«mesmo a trabalhar em grupo, nós temos o nosso grupo, só que muitas vezes é individual, estamos naquele grupo, mas é individual e aqui tivemos mesmo, cada um teve que fazer uma coisa, tivemos que nos unir todos, foi bastante diferente» (EE, B4).*

Outras competências referidas como vantagem foram, como mostram as afirmações seguintes, o desenvolvimento da autoconfiança e da responsabilidade. *«A realização de um trabalho laboratorial como este traz também vantagens, nomeadamente de te sentires capaz de fazer algo sozinha sem nada para seguir, dá-nos autoconfiança e ao mesmo tempo um sentido de responsabilidade maior do que já existia anteriormente» (DI, C3);* Outro aluno refere *«autoconfiança... penso que era só mais a autoconfiança, a partir daí... vinha também*

o sentido de responsabilidade» (EE, C3); As ideias anteriores foram confirmadas por outro aluno, «é que estas aulas nos incitam a ser autónomos e responsáveis» (DI, A2).

Foi, também, referido o facto de que a realização do trabalho experimental de investigação os ajudou a desenvolver o espírito de iniciativa, *«as experiências realizadas foram por iniciativa própria e a investigação foi feita também por iniciativa própria» (DI, D3).*

Grande parte dos alunos refere como vantagem deste tipo de trabalho experimental a autonomia que lhes permitiu uma certa independência e liberdade de escolha: *«As vantagens, acho que... acho que temos ah! há uma sensação de independência,... não estamos dependentes de ninguém, nem de algo, para realizar aquilo que a gente quer» (EE, D1).* Valorizam essa autonomia, nas diferentes etapas da investigação. Uns valorizam-na na escolha do problema, outros na hipótese, outros ainda no método, ou na escolha do material, cada um na etapa, ou etapas, que se lhe mostrou mais vantajosa, como podemos observar nos extractos seguintes:

«Nesta aula prática tivemos muito mais autonomia, pois dentro de um tema proposto inicialmente, podemos abordar o 'ângulo' que mais nos agradou,... A grande vantagem deste tipo de trabalho é, como já referi, o facto de termos a possibilidade de trabalharmos um problema escolhido por nós e para o qual tentamos encontrar soluções» (DI, A3);

«Maior autonomia a nível da realização do trabalho e das hipóteses colocadas» (DI, C1);

«Foi possível escolhermos o material biológico com que pretendemos trabalhar, formular o nosso próprio problema e hipótese, deliberar sobre o material a utilizar, bem como os métodos» (DI, C2);

«Eu acho que é mesmo, nós temos mais autonomia, como podemos fazer, dentro de um tema que nos é dado, podemos ir escolhendo os problemas, o ponto de vista que nós vamos debater, torna-se muito mais interessante, porque somos nós que, que, nós temos um trabalho mais activo, não, não nos dizem só para fazer aquilo e, e nós fazemos» (EE, A3);

«As vantagens encontradas nestas aulas práticas são as seguintes: Nestas aulas podemos escolher o animal com que queremos trabalhar e o que queremos

estudar, sem ter que seguir o protocolo, os determinados passos. Mas temos que seguir as regras básicas de laboratório» (DI, C4).

Os excertos dos dois últimos alunos, relacionam o facto de que essa autonomia aconteceu dado não ser necessário seguir um protocolo. O aluno A3, já no documento I, escrito após a realização do primeiro trabalho experimental, afirmara que, *«não foi necessário seguirmos à risca os passos de um protocolo pré-fornecido, do qual tínhamos de seguir todos os passos»* (DI, A3).

Relacionam ainda, autonomia com a possibilidade de 'darem largas' à sua imaginação, como nos referem os seguintes alunos: *«nem termos de seguir um protocolo rígido, dando-nos maior espaço à imaginação para encontrar meios que nos permitam chegar aos fins pretendidos»* (DI, A4); *«pondo em uso a imaginação e a inteligência que todos possuímos ao invés de nos limitarmos a seguir os passos descritos no protocolo»* (DI, A2). Quando o aluno foi inquirido sobre o que queria dizer com o uso da imaginação e inteligência, respondeu: *«Porque a gente vem para cá, já temos a folha com tudo escrito é, é, só estamos a fazer, nós, nós não temos que pensar como é que vamos fazer, porque já lá está tudo dito e assim é mais... exercitar a nossa imaginação para criar, para pensarmos em coisas novas que podíamos fazer. É diferente»* (EE, A2). É uma constante, a referência à autonomia e ao recurso à imaginação que isso proporciona aos alunos na realização do trabalho experimental de investigação: *«As vantagens desta aula prática em relação às outras podem classificar-se como positivas em relação ao nosso próprio modo de trabalho, uma vez que depositámos a nossa imaginação na experiência de modo a que evoluíssemos, no bom sentido do termo»* (DI, C2). O mesmo aluno refere posteriormente: *«dá-nos a oportunidade de, de ... de imaginar, de pôr cá para fora as coisas que a gente..., por exemplo, coisas que a gente nunca pensou fazer numa aula... e dá-nos a oportunidade de fazer isso mesmo, de fazer, de pormos nós as questões, deliberar sobre o material, o procedimento»* (EE, C2). E opina um outro aluno, que: *«as vantagens é porque, nós temos que trabalhar a nossa imaginação científica, o que já dá mais trabalho do que chegar ali, ler o protocolo, fazer a experiência e, está a andar»* (EE, B2).

Relacionam, ainda, a autonomia que lhes foi proporcionada com a possibilidade de fazerem uso da sua criatividade:

«Isto tornou o trabalho muito mais interessante e criativo, pois não foi necessário seguirmos à risca os passos de um protocolo pré-fornecido, do qual tínhamos de seguir todos os passos» (DI, A3);

«A grande vantagem consiste na possibilidade de colocar a criatividade individual em funcionamento, dar largas ao 'espírito científico'» (DI, C1);

«Acho que... pelo menos em termos de criatividade, aprendia-se» (EE, A2).

Eles consideram que, o facto de não terem de seguir o um protocolo e serem obrigados a pensar, os ajuda ao desenvolvimento da sua criatividade individual, transformando o próprio trabalho em algo mais criativo e logo mais interessante.

Aparecem, portanto, referidas como um factor positivo de desenvolvimento as seguintes competências transversais: o trabalhar em grupo, a autonomia, a autoconfiança, o espírito de iniciativa, a responsabilidade, a criatividade e a imaginação. Quando falamos em autonomia, referimo-nos à liberdade que eles sentiram ao realizar este tipo de trabalho experimental. Não terem que seguir um protocolo rígido, tal como estavam habituados no passado permitiu-lhes, assim, poderem recorrer à sua criatividade e imaginação.

3. Importância do desenvolvimento de competências de investigação na opinião dos alunos

A partir das opiniões expressas pelos alunos acerca das vantagens de realizarem trabalho experimental de investigação, vamos categorizar as razões pelas quais os alunos consideraram importante desenvolver as competências necessárias à realização desse tipo de trabalho experimental.

Podemos resumi-las em:

- Conhecer o funcionamento da Ciência;
- Desenvolver competências necessárias à construção da Ciência; aprender a investigar; aprender um 'método' científico;
- Adquirir conhecimento tácito (que além da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia pode ajudar nas outras disciplinas);
- Ajudar na resolução de problemas;
- Desenvolver o pensamento;

- Aprender conteúdos;
- Treinar para o ensino superior e carreira profissional futura;
- Formar enquanto pessoa.

Conhecer o funcionamento da Ciência

Durante a entrevista a investigadora perguntou ao aluno C1, se ele podia explicar melhor o que queria dizer quando escreveu no documento I, 'dar largas ao espírito científico', ao que o aluno respondeu que:

«O que é que eu quis dizer... há uma parte da Ciência que se dedica mais à descoberta e há outra está ali mais standartizada, é aquilo e sabemos que o processo, sei lá, de transmissão dos conhecimentos no cérebro dá-se deste modo e assim, e assim, e assado, e é aquilo, e temos que saber, e estudar e procurar; isso é uma coisa. Agora outra coisa completamente diferente é a pessoa basear-se nos conhecimentos que tem, que adquire, para depois formular questões acerca disso. Eu acho que daí é que vêm as grandes descobertas, não é? Acho que são etapas que precisam de ser atravessadas, porque sem criatividade não há progresso, e a pessoa tem que exercitar a criatividade praticando.» (EE, C1)

O aluno associa o espírito científico ao levantamento de questões e à criatividade. Considera isso importante para descobertas científicas. Considera que o facto de aprender a realizar uma investigação o pode ajudar a desenvolver aquelas competências.

No excerto seguinte podemos ver que o aluno B1 relaciona etapas da investigação com a procura de respostas para os problemas e com a Ciência: *«Podemos levantar hipóteses, isso é muito bom para nós próprios, tentarmos colocar hipóteses e pensarmos como é que as coisas, quais são as respostas para as coisas. Isso é, é, praticamente é nisso que a Ciência se baseia, procurar respostas para os problemas» (EE, B1).* O mesmo aluno refere que:

«Acho que é importante para qualquer ser humano, ter a noção do que é que é por as questões e questionar-se porque é que as coisas acontecem. Acho que as pessoas, quando estão em Ciência, têm mais ou menos essa noção, deviam

saber mais ou menos o que é isso, não sei se sabem, mas deviam ter... aperceberem-se no mínimo que é assim que funciona a Ciência. (...) Acho que isso também é muito importante e não ficar só com as partes teóricas e aprender a questionar-se a si próprio e a tudo o que o rodeia e isso também é importante, se calhar aprendermos a fazer isso. Se, se fosse aprendido com seguimento, seria importante para a nossa formação.» (EE, B1)

Este aluno considera que ao realizarem uma investigação as pessoas, no mínimo, podem-se aperceber melhor da forma como funciona a Ciência.

Uma aluna considera este tipo de trabalho experimental como um fim em si mesmo, e que a ajuda a aprender as etapas necessárias à realização de uma investigação.

«Sim, eu acho que as aulas tradicionais ah! permitem-nos conhecer mal o que é a realidade, a realidade laboratorial num quotidiano de investigação a sério, porque, quando se tem que investigar uma coisa, ninguém nos vem dizer como é que temos que fazer. Temos que nós pôr os problemas e tentar chegar a conclusões e a planejar.» (EE, A1)

Para ela é importante por si só o aprender a investigar. Desta opinião comunga outra colega pois considera que isso é fundamental para quem está no agrupamento científico-natural e vai seguir uma carreira científica porque, segundo ela, aprende as características do 'método científico'.

«[É importante] porque são as características do método científico e acho que é, a gente já anda aqui no agrupamento 1 que é do científico, e se não fosse assim dito a gente nunca se lembrava porque chegamos cá... fazer tudo e... problema, hipótese? Não há problema nem hipótese» (EE, A2).

Neste sentido, ainda, outra aluna considera que este tipo de trabalho experimental lhe permite «tomar consciência do que é que é fazer um método científico por nós próprios, pormos nós as questões e esforçarmo-nos nós um pouco por isso» (EE, B1).

Adquirir conhecimento tácito

Parece-nos podermos inferir das palavras da aluna, que considera que a aprendizagem deste tipo de trabalho experimental, nomeadamente as etapas que ela anteriormente nos referiu como vantajosas de aprender (formular problema, hipótese e o planear o procedimento), pode ser aplicada a outras disciplinas, *«assim como fizemos aqui para as Técnicas acontece que, as disciplinas estão todas ligadas entre si e nós treinando aqui esse aspecto logo nas outras disciplinas também poderia acontecer o mesmo mas, mas quase já inconscientemente porque está treinado»* (EE, A4).

Ajudar na resolução de problemas

Na opinião do aluno A4, todo o processo de saber fazer, necessário à realização de uma investigação pode ser aplicado na resolução de problemas. *«A técnica já é uma teoria, saber fazer... essa própria teoria na técnica nós aplicamo-la, não é? E, então, é aplicada na forma de resolver o problema. Eu posso ter o mesmo problema que o outro grupo e a maneira como se levanta a hipótese e até como se planeia a experiência é diferente»* (EE, A4). Afirma que este facto é uma vantagem, *«porque nós conseguimos tornar as Técnicas muito mais reais... parece uma disciplina muito mais real, a ver com a nossa vida futura»* (EE, A4). E considera, ainda, que aprender a investigar:

«Aplica-se também em quase tudo. A maneira até de ver os nossos problemas na vida e, e depois conseguir resolvê-los e, e pôr as várias hipóteses (...) No quotidiano, por exemplo, ah! põe-se um problema da vida, sei lá, alguma conversa com uma pessoa, um desentendimento, vamos supor. Se, se eu tiver esta maneira de ver a vida, tenho um problema, depois ponho as várias hipóteses e tento ir saber qual delas é que está correcta em vez de me precipitar... Se eu tenho, se eu já tenho dentro de mim este gosto pela investigação, quase que automaticamente eu vou pensar: "- Não, isto não é bem assim, se calhar é doutra maneira." E, e vou saber e não me vou precipitar e se calhar... vamos tentar saber por que é que é assim ou por que é que nos parece assim e depois até chegamos a uma conclusão... que não era bem assim e já agimos de outra maneira. Mas... se não for uma coisa interior, já treinada,

já interior, nós não vamos parar para pensar qual será o problema e qual será a hipótese,... mas para se interiorizar também é preciso treinar, chegar a um ponto em que já é automático. E, e por isso é que eu falei na vida.» (EE, A4)

O extracto seguinte refere-se, mais uma vez, à relação entre o aprender a investigar e a resolução de problemas. Para este aluno, aprender a investigar influencia o seu desenvolvimento pessoal, pois, para além de que isso o ajuda na resolução de problemas, torna-o mais desembaraçado no laboratório.

«Acho que a gente a fazer isto, em relação ao desenvolvimento pessoal, a gente desembaraça-se melhor. Se tivéssemos feito do princípio desembaraçávamos-nos melhor no laboratório, saber onde é que estavam as coisas. A gente quando vai fazer as experiências que a professora dá, a professora dá um tabuleiro com o material. Aqui não, a gente tinha que ir à procura do material, ah! a gente desembaraçava-se melhor. (...) Acho que era isso e, também, quando sentimos dificuldades, se calhar quando sentimos dificuldades, já nós conseguíamos ah!, em relação a problemas, se calhar já conseguíamos resolver assim, (...) por exemplo, em relação àquilo que se passou connosco no labirinto das formigas. Houve grandes problemas da gente pôr as formigas a passar lá dentro, não é? Se calhar se a gente já tivesse feito isto mais vezes, se calhar arranjávamos logo, tínhamos logo uma ideia, vamos fazer como fizemos naquela altura, e fazíamos logo ah! tínhamos logo uma solução para aquele problema.» (EE, B3)

Relacionado ainda com a resolução de problemas, citamos um aluno para quem realizar trabalho experimental de investigação lhe, «permite testar as capacidades científicas» (EE, D3). Apesar de alguma dificuldade na forma de se expressar, parece podermos inferir que ele relaciona as capacidades científicas com a resolução de problemas, ao considerar que o ajuda a ultrapassar obstáculos, superar dificuldades e procurar caminhos alternativos para pode atingir os objectivos: «não tinha um protocolo, ia seguir caminhos alternativos, se tivesse algum obstáculo ia testar as minhas capacidades, para ver se tinha capacidade de desviar e ir atingir o objectivo (...) desviar o caminho, mas saber que vai lá ter, ter conhecimento, bases para isso» (EE, D3).

Desenvolver o pensamento

Foi-nos dado inferir que vários alunos consideram que, ao realizarem trabalho experimental de investigação, têm necessidade de pensar por eles próprios, como podemos observar nos extractos seguintes:

«Nós somos obrigados mesmo a pensar o que é que estamos a estudar, somos mesmo obrigados e assim com o protocolo à frente a gente não pensa, pronto, só realizamos mesmo, não chegamos a pensar o que é que estamos a estudar, qual é que é mesmo o problema e as hipóteses.» (EE, D2)

«Nós assim já, ficamos com uma certa prática para desenvolver as nossas capacidades de arranjar problemas, hipóteses, e por aí fora... E é mais difícil assim porque temos que pensar nós tudo, do que se for a professora a pensar e a dar-nos a papinha toda feita, e nós só temos que fazer uma coisa aqui ou ali e está a andar.» (EE, B2)

Este aluno considera que o facto de serem obrigados a pensar por si mesmos, lhes é útil enquanto pessoas e lhes garante um certo grau de autonomia:

«É útil, é útil...Ah! Fazemos os nossos raciocínios porque, porque excursamos daqui para a frente, excuso de depender doutras pessoas para fazer isto ou aquilo, assim já posso eu também pensar pela minha cabecinha e pensar em ... fazer isto e não preciso das ajudas de ninguém para me dizer o que é que eu vou fazer. É tão simples como isso.» (EE, B2)

De acordo com o aluno anterior está um seu colega quando afirma que: *«temos que nos começar a habituar para a nossa vida futura, de sermos nós mesmos a pensar sobre o que havemos de fazer, não estar à espera do que os outros nos digam, que nos dêem um papelinho com tudo escrito para a gente fazer. Temos que ser nós a pensar» (EE, C2)*. Mais, quando inquirido pela investigadora sobre se considerava que o trabalho experimental de investigação o poderia influenciar no desenvolvimento do seu pensamento, este respondeu que: *«Desenvolveu. Não estamos à espera que os outros façam por nós e pensem por nós» (EE, C2)*.

Logo após a primeira investigação, uma aluna fez referência ao desenvolvimento do pensamento como uma das consequências do trabalho experimental de investigação: *«Quanto a vantagens, parece-me que este tipo de aula estimula em larga medida o pensamento crítico e científico, aptidões que, afinal, é suposto nós, alunos de ciências, desenvolvermos ao longo do nosso percurso escolar. Além de nos permitir pensar sobre os assuntos»* (DI, A1). A mesma aluna na entrevista após a segunda investigação, vem explicar que:

«Al.: - No geral, eu acho que era benéfico para todos. (...) Porque ah! Há uma grande falta de pensamento racional e científico na sociedade. (...) Inv.: - Exactamente, queria-te perguntar isso, o que é que querias dizer [no documento escrito] com estimular o pensamento crítico e científico. Al.: - Acho que ensina as pessoas a..., a pensar de um modo um bocadinho mais abrangente, por vezes as pessoas não têm essa capacidade, ou pelo menos não a desenvolvem» (EE, A1).

Para esta aluna a realização de trabalho experimental de investigação desenvolve o pensamento, nomeadamente o pensamento científico e crítico, o que, segundo a mesma aluna, é vantajoso para todas as pessoas independentemente de seguirem ou não uma carreira científica.

Uma aluna considera que, ao realizar este tipo de trabalho experimental, é obrigada a pensar. Logo ao pensar, aprende. Veja-se o seguinte excerto:

«A gente aprende a ler nos livros e diz que é assim e aquele fez aquela experiência assim, nós a fazermos é diferente (...) porque nós ao estarmos a fazer, já estamos a pensar e já estamos a aprender. Há assim uma... se nos for dado que pensar, nós começamos, sei lá, pensamos sobre o assunto, o que é que vamos fazer. Quando chegamos lá, temos a folha, [o protocolo] lemos, pronto, é assim, vamos fazer, não se pensa ali nada acerca daquilo.» (EE, A2)

Para esta aluna existe uma relação entre a realização duma investigação, o desenvolvimento do pensamento e a aprendizagem.

Aprender conteúdos

Tal como a aluna citada acima, outros alunos consideraram que este tipo de trabalho os ajudou na aprendizagem dos conteúdos. São, no entanto, várias as perspectivas sobre este aspecto. Uns alunos consideram que, desta forma se aprende mais facilmente, por lhes ser dado só o tema e dentro dele ser-lhes permitido explorar vários pontos de vista.

«E se fosse assim...darem-nos um tema e trabalharmos dentro dele, nós íamos pesquisar mais porque tínhamos que saber o que é que íamos fazer mesmo bem, não é? Então nós íamos compreender melhor (...) Aprender, é muito mais fácil segundo este método que agora seguimos. É mais, mais fácil aprender a matéria, até porque nós temos vários pontos de vista que podemos explorar, do que, do que dizerem-nos que é assim e temos que fazer assim. É muito melhor.»
(EE, A3)

Outros alunos afirmam, que este trabalho de investigação lhes permite aprender mais matéria e de uma forma mais profunda:

«E fomos para a biblioteca e tivemos que fazer as coisas e ficámos com uma... com uma melhor ideia, porque a gente teve que ler coisas, tivemos que ler livros e tudo, e ficámos com ideias mais definidas sobre aquilo que a gente estava a investigar, e já quando é com o protocolo já não é bem assim, porque a gente tem aquelas perguntas para seguir, que a gente faz a conclusão, e a gente só fica assim com uma ideia geral e assim foi mais aprofundado. (...) como a gente teve que ler livros, não podíamos só ler aquelas partes que a gente achava importante, e depois a gente escolhia, mas tivemos que ler tudo, tivemos que ler e assim acho que a gente ficou, ficámos com mais matéria.»
(EE, B4)

Existe também quem tenha uma ideia contrária à do aluno anterior. Aprende-se mais, concorda, aprende-se mais facilmente, também, mas não de forma tão aprofundada.

«Aprende-se mais, aprende-se muito, aprende-se as coisas de uma maneira mais geral e de uma forma mais rápida também, porque, quer dizer, aprende-se se calhar um bocado mais, não tão pormenorizado, não tão sintetizado, aprende-se um bocado mais de tudo, mas é mais fácil, se calhar aprender, porque se nós vamos à procura, é por nós próprios que aprendemos. [estou] a falar de matéria, de parte teórica, porque nós quando vamos procurar aos livros, não temos nenhum objectivo, uma coisa muito concreta, temos que procurar de uma forma mais ou menos geral, ir procurando, vendo vários livros, até que, para ver se chegamos mais ou menos a um problema, a uma coisa sintetizada e temos que ter, temos que pelo menos percorrer várias coisas e tentarmos perceber o que é que se passa com várias coisas.» (EE, B1)

O aluno não considera este tipo de trabalho experimental o método adequado para aprender conteúdos. Referindo-se à avaliação no final do ano, diz que desta forma a matéria não é tão bem assimilada.

«Uma das desvantagens (...) se toda a nossa capacidade de aprendizagem fosse desta forma, talvez a matéria não fosse tão bem assimilada, porque normalmente nós assimilamos o principal e os pontos estão mais ou menos definidos, ao tentarmos fazer as coisas por nós próprios então não é tão orientado e, acontece que no final como temos que ser avaliados numa prova, seria um pouco mais difícil.» (EE, B1)

É-nos, aqui, dado compreender que o aluno estuda 'o principal' que mais não é do que o que irá ser objecto de avaliação no exame final e sente que, ao fazer uma investigação, 'perde tempo' com acções que não serão valorizadas nem avaliadas.

Quanto à relação entre o trabalho experimental de investigação e a aprendizagem dos conteúdos, verificamos que existem opiniões diversas. Há alunos que pensam que assim se aprende mais facilmente, outros dizem que aprendem de forma mais aprofundada, outros pelo contrário, consideram que assim se aprende de uma forma mais superficial. Existe ainda a opinião de que este tipo de actividades não é o mais apropriado para apreender conteúdos, por causa do condicionamento provocado pelo exame final, segundo a opinião de um aluno.

Treino para o ensino superior e carreira profissional futura

Sobre o facto de aprender a realizar trabalho experimental de investigação um aluno considera que:

«Vai ser essencial, se continuarmos nos estudos e por esta via da Ciência penso que vai ser essencial e... temos a noção do que é que é fazer isso. Acho que é muito importante porque, actualmente, penso que no Secundário não se faz isso e também penso que depois na faculdade o que se faz é praticamente isso, portanto, deve ser uma grande diferença,... mais fácil para depois se chegar lá e se perceber mais ou menos como é que as coisas são.» (EE, B1)

Existe a ideia de que no Ensino Superior o trabalho experimental que se realiza não se processa da mesma forma que estão habituados a realizar. Os alunos consideram importante, principalmente para os que frequentam a área de ciências, aprenderem a realizar este tipo de trabalho experimental.

« Acho que talvez aulas deste tipo fazem falta, porque chega-se ao fim de dois, três anos e as aulas são sempre a mesma coisa, ter os protocolos, ter aquilo. A gente está numa área de ciências, a maioria dos alunos vão seguir área de ciências, na faculdade acho que não há protocolo, então acho que nós já devíamos ir habituados de trás. No primeiro ano, há protocolo, depois habituávamo-nos, para não sentirmos tantas dificuldades, quando lá chegarmos.» (EE, D3)

As afirmações seguintes, confirmam a opinião anterior:

«Pelo menos a ideia que eu tenho da faculdade é que não vou chegar lá e não vou ter a papinha toda feita como tinha aqui. Em princípio acho que, ... acho que vou ser eu que vou escolher mais ou menos o que vou estudar e coisas assim, sei lá, acho que vai ser assim uma investigação aberta, não? então, acho importante este tipo de aulas porque ... é outra realidade, é muito

diferente do que, do que está aqui, pelo menos no 12º ano acho importante.»
(EE, A3)

«Se a gente fosse daqui e nunca tivesse experimentado, eu pelo menos acho que ia sentir uma grande diferença, porque eu senti... a primeira aula destas eu senti mesmo uma grande diferença e acho que é um bom treino.» (EE, B4)

No documento elaborado após a primeira investigação, este aluno referiu *«o ser um treino para quando formos para a universidade»* (DI, B4). Os alunos consideram importante esta aprendizagem, pois assim vão para a faculdade já com alguma experiência,

«A gente não tinha assim muitas noções sobre formular problemas e hipóteses e, assim, eu acho que também, assim fazer o relatório, não é bem fazer o trabalho, já tens alguma orientação quando a gente for para a faculdade, como é que se faz uma experiência, como é que se faz o relatório, eu acho que é isso.» (EE,B3)

Outro aluno acrescenta: *«E depois, por outro lado se tivesse sido no Ensino Secundário, a maior parte de nós até vai seguir estudos, e portanto na faculdade provavelmente... será mais fácil, ...seria mais fácil, se nós tivéssemos feito este trabalho»* (EE, A4).

Existe quem refira como vantagem mais importante, a preparação para o Ensino Superior bem como para a futura carreira profissional.

«As vantagens é que nos prepara, se calhar, melhor para a faculdade e mais dentro do trabalho que nós vamos fazer no futuro, porque quem, quem escolhe TLB é porque deve, deve querer seguir alguma coisa científica ou coisa assim do género e, e acho que essas são assim as vantagens, assim mais importante.»
(EE, A3)

Refere ainda, um aluno, o gosto pela investigação que este tipo de trabalho lhe proporcionou:

«Além do que eu já tinha referido, era o aspecto do gosto pela investigação, porque se nós não tivéssemos contacto com esta realidade provavelmente não vamos achar interesse, não conhecemos, não, eu não poderia gostar de fazer uma investigação, se, de facto uma investigação não me aparecesse como ela realmente é ou então ia ter uma grande desilusão. Por exemplo, o trabalho é muito mais simplificado cá, porque nos dão as tarefas e nós só temos que as executar, só que depois na investigação, se eu quiser seguir, se eu seguir investigação não vai ser isso, portanto, ou me vou desiludir ou então vou achar tudo tão complicado que vou desistir. Portanto, é assim, até podia surgir um gosto maior também.» (EE, A4)

Na opinião deste aluno, o trabalho prático usualmente realizado (com recurso ao protocolo) é mais simples. Mas considera que não os prepara para uma carreira de investigação.

Formar enquanto pessoa

Já anteriormente mencionámos este aluno pelo facto dele se ter referido à importância de aprender a questionar-se, relacionando esse facto com o modo como funciona a Ciência. *«Aprender a questionar-se a si próprio e a tudo o que o rodeia... é importante se calhar aprendermos a fazer isso»* (EE, B1). Mas ele vai mais além, quando afirma que isso pode ser importante para sua formação enquanto pessoa. *« Se fosse aprendido com seguimento seria importante para a nossa formação»* (EE, B1). Saber questionar-se, segundo este aluno, deveria fazer parte da formação das pessoas, o que pode ser desenvolvido ao aprender a realizar uma investigação.

Resumindo, os alunos enumeraram razões pelas quais consideram importante a mobilização e o desenvolvimento de competências científicas e consideram vantajosa a sua mobilização na realização das investigações. O aprenderem a colocar e a formular problemas e hipóteses. A necessidade de pensarem primeiro, aprendendo a planear e não só a executar. Terem, na discussão, que comparar teoria com prática, explicar os resultados, bem como perceber os erros surgidos. Os alunos apontaram, ainda aqui, como vantagem a autonomia que tiveram nas várias etapas da investigação.

4. Potencialidades do trabalho experimental de investigação para além do desenvolvimento de competências

Os alunos vêem vantagem em realizar trabalho experimental de investigação pois permitem-lhes desenvolver competências científicas e transversais. Mas, para além destas vantagens, são apontadas outras que se prendem com a ilustração e consolidação de conhecimentos adquiridos, a motivação e o desafio que este tipo de trabalho experimental lhes provoca.

4.1 - Ilustrar / Consolidar conhecimento

Há alunos que consideram que o trabalho experimental de investigação tem como função ilustrar a teoria apreendida, isto é, dá-lhes a possibilidade de observar na prática o que aprendem teoricamente. *«Espaço à imaginação no sentido de que vamos transportar aquilo que nos é dado teoricamente, tentando engendrar maneira de chegar a um objectivo e aplicar esse conhecimento, porque é meramente teórico. Dizem-nos: "- Acontece assim, assim e assado." Mas nós não observamos, e nas Técnicas conseguimos»* (EE, A4).

Ainda, no mesmo sentido e referindo a relação teoria e prática, vem o seguinte excerto: *«As vantagens são termos sido obrigados a levantar hipóteses que independentemente de estarem correctas ou não, tivemos de investigar nos livros. Assim tomamos conhecimento não apenas através da teoria, mas também pela prática, conseguindo comparar as duas e agir de forma mais interessante»* (DI, B1).

Os alunos falam-nos na interdisciplinaridade e articulação de conteúdos que deveria existir e permitir uma maior articulação entre teoria e prática.

«A minha ideia é... que havia uma certa relação entre a matéria que nós dávamos em Ciências da Terra e da Vida e, depois em Técnicas íamos pôr em prática e fazer experiências acerca daqueles assuntos, mas depois ou não se dava na mesma, falava-se das mesmas coisas só que, ou em alturas diferentes ou então em aspectos diferentes.» (EE, A4)

É realçada a aplicação de conhecimentos, através da realização de mais trabalho prático, como forma de aplicar o que aprenderam na teoria.

«Pois senti que estava a aplicar os conhecimentos que acumulei ao longo de alguns anos, numa situação real e objectiva» (D1, A4);

«Alargarmos os nossos conhecimentos... Temos que saber e nunca conseguimos satisfazer algumas dúvidas que temos e alguns conhecimentos que nunca chegamos a fazer experiências sobre ele» (EE, D2);

«Aprender como está exposto, não é aprender por nós próprios ou fazermos experiências ou aplicarmos isso em experiências e... e elaborarmos várias coisas em laboratório» (EE, B1).

Verificámos que apenas três dos quinze alunos consideraram que o trabalho experimental de investigação serve para ilustrar conhecimento dito 'mais teórico'.

2.2. Motivar/Estimular

Temos que voltar a referir-nos à autonomia, no que respeita à motivação que provoca nos alunos e como indução de estímulo criativo. *«Nesta aula prática tivemos muito mais autonomia, pois dentro de um tema proposto inicialmente, podemos abordar o 'ângulo' que mais nos agradou, isto tornou o trabalho muito mais interessante e criativo, pois não foi necessário seguirmos à risca os passos de um protocolo pré-fornecido, do qual tínhamos de seguir todos os passos» (D1, A3).* O mesmo aluno reforça, novamente, esta ideia aquando da entrevista com a investigadora:

«Ah! eu, eu acho que é mesmo, nós termos mais autonomia, como podemos fazer, dentro de um tema que nos é dado, podemos ir escolhendo os problemas, o ponto de vista que nós vamos debater, torna-se muito mais interessante porque somos nós que, que, nós temos um trabalho mais activo, não nos dizem só para fazer aquilo e, e nós fazemos então, dá um bocadinho mais de trabalho na pesquisa bibliográfica, não é? Mas acho que é recompensado porque também há mais motivação, nós gostamos mais do que estamos a fazer. Acho que é isso.» (EE, A3)

A autonomia aparece mais uma vez, e desta de forma implícita, pois pelo extracto seguinte podemos perceber da conversa com a aluna que o facto de poderem trabalhar desta forma os motiva ao ponto de os fazer mudar de opinião quanto a disciplinas que eles muitas vezes não gostam.

«Técnicas de, de Química, eu não gostava lá muito de Técnicas porque nós seguíamos o protocolo e acabava por não entender nada do que lá estava, não é? E se fosse assim um tema mais, darem-nos um tema e trabalharmos dentro dele, nós íamos pesquisar, mais porque tínhamos que saber o que é que íamos fazer mesmo bem, não é? Então nós íamos compreender melhor, íamos interessar-nos mais pelas coisas. Se calhar havia pessoas que agora não gostam de Química e começavam a gostar pelo menos das Técnicas de Química e, em Biologia também era capaz de acontecer a mesma coisa, acho importante este tipo de aulas porque... é outra realidade, é muito diferente do que, do que está aqui, pelo menos no 12º ano acho importante.» (EE, A3)

Ao ser inquirida sobre o significado da 'outra realidade' a aluna esclareceu que, *«é outra realidade porque faz com que as Técnicas sejam totalmente diferentes das outras aulas, vai tudo dar à parte de nós podermos fazer o que queremos investigar, então torna-se mais interessante, é motivar mais» (EE, A3).*

Muitos alunos têm uma ideia pré-concebida, errada, em relação ao trabalho de laboratório, consideram-no repetitivo, pouco criativo e monótono. Esta aluna, percebeu que existem diferentes formas de fazer trabalho experimental. A experiência que realizou, deu-lhe a noção de que o mesmo pode conjugar aspectos mais rotineiros (técnicas e procedimentos laboratoriais) com a criatividade. Esse conhecimento, se adquirido mais cedo, poderia ter influenciado de forma diferente as suas perspectivas de carreira.

«Para mim o trabalho de laboratório parece como alguma coisa, como é que eu hei-de dizer, não exactamente numa perspectiva de carreira, não naquele aspecto, porque vejo o trabalho de laboratório como alguma coisa um pouco monótona, está a compreender? E se calhar se eu tivesse tido oportunidade de fazer este tipo de experiência, a esse nível, poderia ter mudado a minha

opinião nesse sentido e se calhar as minhas perspectivas de futuro eram diferentes. (...) ...senti que o trabalho de laboratório pode conciliar a criatividade e o trabalho... não quer dizer que o trabalho seja alguma coisa má, gosto de trabalhar, mas o trabalho monótono, pronto, deu para ver que as coisas não são bem assim.» (EE, A1)

Este aluno volta a referir o facto de que a realização deste tipo de trabalho, que os obriga a lidar mais de perto com a situações, os pode ajudar nas escolhas a fazer para o futuro.

«Há pessoas que têm muitas dúvidas se querem seguir Biologia animal ou vegetal e acho que fazendo vão tirando dúvidas. Se são capazes ou não de lidar com este tipo de situações. Acho que tira muitas dúvidas (...) Nós até aqui ainda temos muitas dúvidas, temos que escolher a nossa carreira a nível pessoal, penso que sim... também ajuda, porque nós lidamos de mais perto com as situações.» (EE, C4)

Anteriormente, quando falámos sobre o gosto pela investigação, referimos este aluno. Voltamos a fazê-lo, por acharmos pertinente a sua observação quanto à motivação que os alunos retiraram desta experiência e pela forma como isso os poderá influenciar nas suas escolhas profissionais. *«Se nós não tivéssemos contacto com esta realidade, provavelmente não vamos achar interesse, não conhecemos, não, eu não poderia gostar de fazer uma investigação» (EE, A4).* Afirma que conhecendo agora como se realiza uma investigação *«até podia surgir um gosto maior também» (EE, A4).* A motivação que este tipo de trabalho experimental lhes criou, pode, segundo este aluno, ser factor positivo no que concerne ao aproveitamento escolar, além de, e mais uma vez, ele referir a importância que isso poderia ter na decisão sobre uma escolha de carreira profissional. *«Acho que as pessoas ficam mais interessadas às aulas, têm melhor aproveitamento, depois há aquelas pessoas que não sabem bem para onde é que querem seguir e, se fizessem estas aulas, talvez decidissem...» (EE,A2).*

O facto de lhes ter sido dada maior autonomia, desperta a sua curiosidade e o interesse em ir aprofundar as matérias: *«Eu acho que nós assim a fazermos sozinhos, sem nos estar a dizer, nós temos mais aquela, aquela vontade de ir ver, e pesquisar sobre o assunto e aprendemos mais do que se estivermos a seguir e depois fazermos a conclusão, acho que assim é mais rentável» (EE, A2).* De igual modo o saírem da rotina a que estavam habituados, aprenderem

métodos diferentes, terem material biológico, de que normalmente não dispõem, foram factores de motivação para estes alunos: *«ser mais interessante no aspecto de, foi mais engraçado, foi uma coisa diferente»* (EE, B1); *«É giro porque a gente contacta com material, mais material biológico, e a gente não costuma ter muito»* (EE, B3).

Em suma, é referido pelos alunos que o simples facto de ser uma aula diferente das usuais, o terem tido contacto com material biológico diverso, e sobretudo a autonomia que tiveram tornou as actividades desenvolvidas mais interessantes, aumentando a sua motivação. Há alunos que referem que mudaram a sua opinião sobre as disciplinas de Técnicas e sobre o próprio trabalho laboratorial, compreendendo que nesse se podem conciliar tarefas mais rotineiras com o uso da criatividade. Consideram ainda que este tipo de actividade os poderia ajudar na decisão de uma possível carreira profissional. Uma aluna afirma que poderiam, com este tipo de trabalho, adquirir um gosto pela investigação, o que, por sua vez, poderia influenciar as suas opções futuras. É ainda estabelecida por um aluno a seguinte relação, o facto de realizarem este tipo de trabalho aumenta o interesse pelas aulas, o que, por sua vez, influencia a sua aprendizagem, levando-os a aprender mais.

2.3. Desafiar/confrontar

O facto de estar perante uma forma diferente de trabalhar, com métodos diferentes, foi para este aluno um factor de desafio: *«para nós era quase um desafio, era diferente, estávamos a fazer uma coisa diferente, estávamos a aprender ah! ah! a termos um método diferente. Foi engraçado para nós. Tivemos que nos esforçar e, tivemos que ver essas coisas e pensar de outras formas»* (EE,B1).

Os alunos referem a atitude que põem face ao trabalho, como que um desafio a si próprios, na tentativa de se superarem para resolver os problemas.

«Portanto, podermos levantar hipóteses, isso é muito bom para nós próprios, tentarmos colocar hipóteses e pensarmos como é que as coisas, quais são as respostas para as coisas. Isso é, (...) isso faz termos uma atitude, mais, com mais curiosidade, mais elaborada, temos que procurar mais, e temos que ter

mais curiosidade no que fazemos e,... sermos mais investigadores, conseguirmos por nós próprios tentar resolver as coisas» (EE, B1);
«A grande vantagem deste tipo de trabalho é, como já referi, o facto de termos a possibilidade de trabalharmos um problema escolhido por nós e para o qual tentamos encontrar soluções» (DI, A3).

Estes alunos, procuram respostas para a sua curiosidade, partem de problemas propostos por si, para os quais procuram explicações através da realização do trabalho experimental de investigação.

«As experiências realizadas foram por iniciativa própria e a investigação foi feita também por iniciativa própria e satisfação das nossas curiosidades e dúvidas. (...) Acho que este tipo de aulas são muito vantajosas porque podemos alargar os nossos conhecimentos em relação às hipóteses que criamos na nossa cabeça e saber mais acerca do comportamento de seres com os quais não estamos habituados a contactar como por exemplo o rato» (DI, D2);
«É bom haver este tipo de iniciativas porque estimula a nossa curiosidade científica, ao tentarmos explicar um problema através de uma experiência formulada por nós próprios» (DI, B3).

Na entrevista, a pedido da investigadora, o aluno explica o que entende por curiosidade científica.

«Eu acho que é assim, a gente se está neste agrupamento, porque temos curiosidade em saber certas coisas, não é? E... quando seguíamos os protocolos das aulas passadas a gente, era mais uma dúvida que era posta pelo programa, não era uma dúvida nossa, então agora não, a gente tem alguma dúvida sobre esta matéria de coordenação neuro-sensorial e motora, então a gente fazia ah! as dúvidas que eram nossas, não aquelas que nos impunham, não é?» (EE, B3)

Mais uma vez, fica aqui descrito, o facto dos alunos considerarem a realização deste trabalho como um desafio que lhes serviu de estímulo, não só pelos resultados imediatos que

tiraram em relação à investigação que realizaram, mas também num sentido mais longínquo de realização.

«Nem termos de seguir um protocolo rígido, dando-nos maior espaço à imaginação para encontrar meios que nos permitam chegar aos fins pretendidos. Será que chegaremos a conclusões? Contudo, este medo e insegurança pareceu-me fascinante e deu-me vontade de 'treinar', para que um dia seja capaz de realizar uma investigação mais séria com objectivos de ajudar a humanidade a conhecer mais. Sei que estou muito longe, mas hoje considero que dei o primeiro passo.» (DI, A4)

Para os alunos o facto de ser um método diferente, que permite a resolução de problemas por eles propostos, dando resposta a dúvidas suas, levou-os a esforçarem-se mais e a pensar de outras formas, tornando-se assim o trabalho realizado num verdadeiro desafio.

CAP. 4 - REALIZAÇÃO DE TRABALHO EXPERIMENTAL DE INVESTIGAÇÃO

Este capítulo refere-se ao desenvolvimento de competências científicas nos alunos na realização do trabalho experimental de investigação. Apresentam-se as perspectivas dos alunos sobre as diferenças entre as três investigações experimentais realizadas. Analisa-se, também, a evolução no desempenho dos alunos no que diz respeito às competências científicas de investigação.

1. Mobilização de competências científicas pelos alunos

Após a primeira investigação, existem referências no documento I, escrito pelos alunos, de que estes mobilizaram competências que não faziam no tipo de trabalho experimental que usualmente realizavam, como sejam: *«tivemos de arranjar um problema, estipular um procedimento experimental»* (DI, B3). Ou ainda, *«a elaboração de protocolos para os diferentes ensaios, em torno do problema colocado»* (DI, C1). E, também, *«foi possível escolher o material biológico..., formular o nosso próprio problema e hipótese, deliberar sobre o material a utilizar, bem como os métodos»* (DI, C2).

Do registo obtido da gravação por vídeo, elaborámos um quadro síntese que mostra as competências mobilizadas, bem como a sequência seguida em cada investigação e por grupo (Anexo E - ponto E.3). Verificámos que o desempenho dos alunos segue um processo que se caracteriza do seguinte modo:

- discussão e elaboração do plano de investigação com selecção e formulação de problemas (questões de investigação), formulação de hipóteses (em alguns grupos esta formulação só se verificou a partir do primeiro trabalho, conforme nos é confirmado pelos relatórios), planeamento de experiência com identificação e operacionalização das variáveis, bem como a escolha do material;
- execução do plano de investigação desenhado, observação com posterior registo e apresentação dos resultados, interpretação dos resultados, elaboração das conclusões, apresentação do trabalho realizado à turma e elaboração de trabalho escrito (relatório).

Verificámos, ainda, que os alunos procuraram fundamentar-se teoricamente nos vários momentos da investigação, nomeadamente logo no início do trabalho, após a formulação do problema, durante a interpretação dos dados e na discussão dos resultados.

Muitas das competências aqui mencionadas, foram já objecto de análise em capítulos anteriores, quando abordámos as vantagens e as dificuldades apresentadas pelos alunos. Os excertos retirados das transcrições das entrevistas dos alunos e do registo da observação pela investigadora permitem-nos fundamentar dados retirados das observações. Durante a entrevista, perguntámos aos alunos as etapas que seguiram nas suas investigações, para procurar compreender o processo que efectuaram, o que permite a inferência sobre as competências mobilizadas pelos mesmos. Assim, encontrámos respostas do tipo:

«Primeiro decidimos qual era o problema e depois fizemos alguma pesquisa bibliográfica sobre o assunto (...) Planeámos a experiência, executámos e tirámos as conclusões» (EE, A1);

«Foi formular o problema, escolher-se o problema em grupo. Sugerir depois maneira de investigar o problema, criando-se uma hipótese e verificando ou não a hipótese e depois a partir das observações tirámos uma conclusão» (EE, A4);

«Foi sempre o mesmo caminho, discutir o problema, formular as hipóteses, fazer a recolha de livros, (...) depois executá-la e tirar a conclusão» (EE, D3).

O processo seguido pelos alunos na realização das investigações foi basicamente o mesmo. Verificámos apenas que, como já referimos anteriormente, no que se refere ao momento da pesquisa bibliográfica, este variou de grupo para grupo. Alguns alunos referem o facto de terem efectuado pesquisa bibliográfica antes da selecção e formulação do problema a investigar, logo após terem sido informados sobre o tema.

«Ah! Primeiro fizemos uma pesquisa bibliográfica, saber exactamente que tipo de conteúdos é que havia acerca daquele assunto para depois formular uma questão minimamente interessante para pesquisar nas aulas. Ah! Depois de saber o que é que queríamos investigar, juntamo-nos para planear a actividade, para ver quais é que seriam as etapas e depois no final, já também com base na pesquisa bibliográfica anterior, formulámos a conclusão.» (EE, C1)

Outro aluno refere também:

«No primeiro trabalho? Ah! Pesquisei em casa, procurei nos livros que tinha em casa e depois no grupo, ah!... partilhámos as ideias que tínhamos ah!, que tínhamos em mente e depois chegámos à conclusão de fazer o trabalho que fizemos. (...) Planear a experiência, fizemos a experiência, e tirámos as conclusões e fizemos o relatório.» (EE, C2)

Outros alunos há, no entanto, que referem não terem efectuado essa pesquisa bibliográfica inicial *«porque não, não tivemos também muito tempo, nós... por causa dos testes»* (EE, C4).

Também outro aluno explica:

«Ah! A pesquisa foi, foi um bocado reduzida, porque calhou numa altura em que havia muitos testes mas depois a partir daí, nós começámos a ver o que é que podíamos fazer dentro do tema, começámos a discutir entre os elementos do grupo e organizámos mais ou menos as coisas cá na aula, para fazer a experiência, para saber qual era o problema que íamos investigar.» (EE, A3)

São, assim, apontadas pelos alunos limitações que afectaram o próprio processo seguido pelos alunos e o seu desempenho, ao realizarem a investigação. É referida como limitação a falta de tempo, dado terem muitos testes nas outras disciplinas. A falta de material disponível, quer biológico, quer de laboratório, também se constituiu como limitação, como fica claro nas seguintes citações:

«A stora disse-nos o tipo de animal que podíamos escolher, nós escolhemos um animal de lá e depois começámos assim a imaginar o que podíamos fazer com eles. Escolhemos assim um problema e formulámos hipóteses» (EE, C4);
«Ah! Nós estávamos também a fazer um trabalho para Biologia e a B1, ela foi à biblioteca, ela também trouxe coisas sobre peixes que, em princípio, era essa a nossa experiência, só que depois a gente acabou por não realizar porque, porque também não havia o material, nós estávamos a planear as coisas, estávamos assim com uma ideia que tínhamos o material todo e que tínhamos todas a possibilidades» (EE, B4).

Foi, também, referido pelos alunos como factor que afectou o processo investigativo seguido, o facto de já possuírem alguns conhecimentos sobre a tema dentro do qual se encontravam a investigar.

«Bem, em princípio como era ah!, a primeira investigação era neuro sensorial, a gente não fez assim muita pesquisa, a falar a sério, partimos, fizemos logo um problema (...) só depois mais para a conclusão, depois quando estiveram aqueles livros na sala a gente foi buscar. A gente já sabia alguma coisa disto.»
(EE, B3)

Os alunos referem também, já lhes ter sido dado os conteúdos que estavam a investigar na disciplina de Psicologia, para além da professora anteriormente lhes ter exposto os conceitos base, como mostra, por exemplo, o seguinte excerto:

«Primeiro começámos a conversar e depois cada um tinha uma ideia e... queria fazer diferente e depois decidimos que era melhor irmos ver em casa bibliografia do sistema nervoso e assim, porque também já tínhamos dado no

princípio do ano a Psicologia, e fomos ver, e registámos alguma coisa e depois, na aula é que decidimos mesmo o que é que íamos fazer.» (EE, A2)

Quando a pesquisa bibliográfica inicial existiu, o que se verifica é que a maioria dos alunos referem ter sentido necessidade de efectuar mais pesquisa no momento da interpretação dos dados e na elaboração das conclusões, como fica patente nos extractos seguintes, retirados das transcrições das entrevistas realizadas aos alunos:

«Primeiro o nosso grupo falou, o que é que íamos fazer, fomos procurar nos livros, depois começámos, tirámos o material (...) [formulámos] o problema, uma hipótese, executámos, depois tirámos as conclusões, os resultados, depois tirámos as conclusões numa pesquisa bibliográfica» (EE, C3);

«Inv. - ... e planearam a experiência, executaram a experiência e tiraram as conclusões ainda com mais pesquisa bibliográfica ou com base...

Al. (interrompe)- Com mais pesquisa, muito mais!» (EE, A3).

Outro aluno refere: *«Primeiro pensámos sobre o problema e depois é que fomos pesquisar sobre a matéria (...) depois fizemos a experiência e depois é que fomos tirar conclusões com os livros e assim »(EE, D2).* Ou ainda:

«Al. - Primeiro nós tivemos uma ideia do problema, depois fomos à pesquisa.

Inv. - E a seguir...

Al. - Pesquisámos e ... (grande pausa)

Inv. - Depois partiram logo para a experiência, planearam e fizeram?...

Al. - Foi.

Inv. - Depois tiraram as conclusões, foram ler mais ou só concluíram com base no que já tinham pesquisado?

Al. - Não. Tivemos que ir procurar mais, não tínhamos dados suficientes.» (EE, D1)

Houve grupos onde a pesquisa bibliográfica apenas foi efectuada após a execução do plano de investigação, como se pode inferir dos seguintes excertos: *«Elaborámos um problema e depois hipóteses, fizemos a experiência e depois tirámos os nossos resultados (...) só lemos as*

coisas depois» (EE, B2). Outro aluno, refere, também: *«Al.- a gente começou logo a planejar o que é que íamos fazer, os animais que íamos usar, que, que foi mais isso, e depois então é que fomos fazer a pesquisa no fim. Inv. - No final para analisar os dados? Al. - Sim e fazer as conclusões»* (EE, B4).

Verificámos que os alunos efectuaram sempre mais pesquisa bibliográfica na parte final da investigação, quando tinham que analisar os dados e tirar as conclusões, embora tenhamos notado alguma diferença da primeira para a segunda investigação. Assim, na primeira investigação o aluno refere, *«[elaborámos as] conclusões e depois é que fomos ver a teoria»* (EE, B1), já para a segunda investigação afirma, *«vimos antes, mas praticamente as coisas mais importantes foram depois, depois de sabermos o que é que tínhamos feito»* (EE, B1).

Sobre as competências mobilizadas, analisámos também os relatórios que os alunos entregaram à professora após cada investigação. Como já explicitámos anteriormente, nos relatórios não se pôde observar na totalidade o processo, pelo qual os alunos realizaram as investigações. No entanto, os relatórios mostram os resultados desse processo, reflectindo as competências mobilizadas pelos alunos, ao realizarem o trabalho nos diferentes grupos. Incluindo-se, aqui, a competência relacionada com a escrita.

Da análise dos relatórios escritos entregues à professora (Anexos: K, L, M e N), verificámos que a estrutura seguida foi semelhante em todos eles. Temos, assim, que os alunos dividem o relatório nas seguintes partes:

- Introdução teórica - onde explicitam os conceitos teóricos relacionados com o tema. Por exemplo, o grupo B, após a segunda investigação, escreve um relatório com o título: *«Estudo da coordenação neuro-muscular. Relação entre estímulos mecânicos e resposta muscular numa rã e num ser humano»* (R2,B). Na introdução teórica descrevem a morfologia e fisiologia do sistema nervoso, escrevendo sobre a constituição do sistema nervoso, do impulso nervoso, da mensagem sensorial, dos músculos esqueléticos responsáveis pelos movimentos e do acto reflexo.
- Protocolo experimental - em que explicitam o procedimento utilizado no planeamento da experiência e referem o material que utilizaram, e que subdividem em: Material, Material biológico e Modo de proceder

- Resultados - aqui apareceram-nos várias formas de apresentação dos resultados obtidos, que vão desde os textos descritivos, aos desenhos legendados, a quadros e a tabelas.
- Discussão/Conclusão - onde os alunos tentam explicar os resultados obtidos à luz do seu quadro teórico. No mesmo relatório do grupo acima referido, nas conclusões, explicam os resultados obtidos, utilizando conceitos como: os de órgãos sensoriais, receptores, músculos, relação nervo/músculo.
- Bibliografia
- Índice

No relatório referente ao primeiro trabalho experimental de investigação, existem grupos que não formularam o problema de investigação nem qualquer hipótese. Alguns, contudo, referem os objectivos do trabalho, como é o caso do grupo C. De referir também, que existem problemas e hipóteses mal formulados, como se verifica no grupo A. No entanto, estes são casos que já abordámos de forma mais aprofundada no capítulo das dificuldades. Nos segundo e terceiro relatórios, já todos os grupos apresentaram o problema de investigação e formularam pelo menos uma hipótese.

Interessante de referir, é o facto de alguns grupos nos relatórios da terceira investigação terem incluído novos capítulos, que reflectem a existências de uma avaliação do próprio trabalho, nomeadamente o grupo B que após as conclusões aponta sob o título 'Crítica', as limitações ao estudo, o grupo C que passou a denominar a introdução como 'Fundamento teórico' e o grupo A que no final do trabalho escrito aponta a necessidade de novas investigações.

Do que acima ficou mencionado, podemos denotar uma evolução no desempenho dos alunos na realização de trabalho experimental de investigação.

Em síntese, as competências mobilizadas pelos alunos foram as de investigação, nomeadamente: a selecção e formulação de um problema, problema esse do interesse dos alunos; formulação das hipóteses; planeamento do procedimento experimental; execução do procedimento, bem como recolha e registo dos resultados; análise dos resultados obtidos, à luz do corpo de conhecimentos e das hipóteses; conclusão e elaboração de um relatório escrito, o que permitiu a reflexão sobre o trabalho realizado; apresentação oral aos colegas de turma com conseqüente discussão. No caso da terceira investigação realizada, também foi efectuada pelos alunos a selecção do tema, dentro do qual levantariam o problema a investigar.

A existência de factores que possivelmente poderão ter afectado o desempenho dos alunos, tais como, o facto do início da investigação coincidir com um período de testes nas outras disciplinas, tê-los-á impedido de dedicar mais tempo à preparação e à fundamentação teórica. Os próprios alunos terem considerado que já possuíam alguns conhecimentos sobre o tema sobre o qual iriam trabalhar, também terá contribuído para justificar o facto de não terem efectuado uma pesquisa bibliográfica inicial mais aprofundada. O facto da existência ou não de material, permitindo-lhes a execução do plano de investigação pensado, foi outro dos factores limitativos notados pelos alunos.

2. Diferenças entre a realização de uma primeira para uma segunda investigação experimental

Os alunos, nas entrevistas realizadas após a segunda investigação, referem as diferenças que sentiram, desta para a primeira, e apontam algumas hipóteses explicativas. Ao abordarem esta questão, permitem-nos analisar também as competências por eles mobilizadas e verificar a evolução do desempenho entre os dois momentos das investigações. A maioria dos alunos considera que a primeira investigação *«foi mais difícil, foi a primeira e pronto»* (EE, A2); E, que, *"na primeira, estava assim receoso, na segunda, já estava à vontade, já não era a primeira vez, a primeira vez é que custa»* (EE, D3). Os alunos consideraram-se mais à vontade na segunda investigação, pois já possuíam a experiência da primeira, *«no geral foi mais fácil (...) mais à vontade. Penso que é só isso. Agora com a continuação é que... também não foram muitas, só duas»* (EE, C3).

Apesar de avisados com antecedência, os alunos, quer pelo facto de não saberem exactamente o que os esperava, quer por não se terem debruçado muito sobre o assunto, sentiram que demoraram mais tempo na decisão do que iriam fazer na primeira investigação. Assim nos refere o seguinte aluno:

«Na primeira investigação demorámos mais tempo a decidir o que é que íamos fazer, porque acho que era por ser a primeira vez que estávamos a fazer aquilo e também não tínhamos pensado tanto no assunto, porque não sabíamos bem o que é que estávamos à espera, então demorou muito mais tempo a decidir o que é que íamos fazer.» (EE, A3)

O facto dos alunos não saberem muito bem o que os esperava levou-os também a idealizarem procedimentos demasiado complexos para executarem na aula. A escassez de meios, uma vez mais, é referenciada como um factor limitativo das acções idealizadas pelos alunos.

«Hum! a primeira foi mais difícil. Ah! a gente já sabia que íamos fazer isto, mas não sabíamos como é que era, ainda não tínhamos visto como é que era. Mas, ah!, foi mais difícil porque... a gente queria fazer coisas que a gente pensava que podia, mas não podíamos, a gente queria pôr coisas dentro do aquário, dar choques eléctricos no peixe (...) Na segunda não, já saibamos que ia ser assim tudo mais simples e foi fazer as picadelas à rã, vê-la a saltar e tal, registar as coisas, acho que foi isso.» (EE, B3)

Os alunos referem, ainda, ter sentido maior ou menor facilidade com os temas em estudo da primeira para a segunda investigação,

« Da primeira acho que era mais complicado, visto que o que tínhamos que estudar era mais complicado, o sistema nervoso. Mas a segunda era mais fácil e havia mais por onde optarmos as experiências, era mais fácil optarmos, porque era mais ver como é que eles reagiam a nível muscular e assim, era mais fácil e havia mais por onde escolher.» (EE, D2)

Uns alunos aliaram essa questão ao problema da falta de material para elaborarem as experiências que tinham planeado,

«O segundo tema também era capaz de ser assim um bocadinho menos abrangente com o material que nós tínhamos (...) O material de laboratório e até a pesquisa bibliográfica, não podíamos pesquisar assim coisas muito avançadas que nós não percebêssemos. Então foi por isso que acho que também quase toda a gente fez a temperatura, o estímulo da temperatura, os estímulos tácteis.» (EE, A3)

O facto de ser a segunda vez que realizavam uma investigação, foi considerado pelos alunos uma razão para a maior facilidade com que a encararam. Para além disto apontam outras razões, *«já pesquisámos antes, porque vimos que não tínhamos feito correctamente e depois correu melhor, não é?»* (EE, B3). Neste grupo, outro aluno refere ainda,

«Bem, a primeira, como já disse, não havia nada preparado, o problema saiu, foi muito mais difícil de sair, e nós não estávamos nada habituados a isso e parece que foi um choque, foi uma experiência nova, mas foi um choque. Na segunda, já não, porque já tínhamos tudo preparado, (...) as etapas foram as mesmas, pela mesma ordem, só que já tínhamos a experiência preparada, mais nada.» (EE, B2)

Este extracto confirma-nos que na primeira investigação os alunos não fizeram uma preparação prévia à aula, o que já ocorreu na segunda vez. Também, por não estarem habituados a este tipo de trabalho, a primeira investigação foi por eles considerada mais difícil.

O facto de, na segunda investigação, terem realizado uma pesquisa bibliográfica mais alargada, a par de uma maior disciplina na forma como se organizaram, foram outras das razões apontadas. Como se pode verificar dos excertos seguintes:

«Na segunda, como na primeira, tinha havido muita desordem, já na segunda não, já pesquisámos e estivemos com mais paciência, mais calma, depois vimos os animais que queríamos, a gente já tinha uma certa ideia do que queríamos fazer... e depois já estivemos a ver quais é que eram, pronto, os dados que a gente depois podia tirar e tudo, depois então fizemos o problema, a hipótese, depois escolhemos os animais e fizemos. (...) Na segunda fizemos uma pesquisa mais aprofundada do que na primeira. Pesquisamos sobre o tema que íamos falar, procurámos logo sobre o animal que estudámos, (...) na primeira foi mais rápido do que na segunda.» (EE, C2)

Uma pesquisa bibliográfica mais alargada, aliada ao facto de ter existido uma maior preparação prévia por parte dos alunos, resultou em ideias mais definidas, o que lhes facilitou o desempenho. *«Na segunda já, as dificuldades foram muito menos, porque já sabíamos mais*

ou menos o que havíamos de fazer e com mais ordem, já vínhamos com ideias mais, mais definidas, já foi bastante diferente» (EE, B4). Um aluno do mesmo grupo confirma-nos esta ideia, ao afirmar que, «era mais fácil para nós, porque já tínhamos, mais ou menos, as coisas já delineadas. Por isso tudo, conseguimos e também, porque tivemos cuidado em fazer as coisas, em vermos primeiro o que é que íamos fazer, fizemos tudo com muito mais calma» (EE, B1).

Noutros grupos também foi referenciado o facto de os alunos se terem debruçado teoricamente mais sobre o assunto, preparando-o anteriormente ao trabalho de investigação na aula.

«Na primeira, foi a primeira vez que foi feito aquele tipo de experiência, e na segunda, já estávamos mais, sei lá, assim mais habituados à ideia de que tínhamos que planear nós a experiência, essas coisas todas, e até foi mais fácil porque primeiro ah!, pensámos mesmo qual era o tipo de trabalho que íamos fazer, o animal, e o procedimento, e foi mais fácil» (EE, C2);

«Al. - Organizámos melhor o tempo para fazermos a experiência porque, e isso também foi... nós discutimos o problema lá fora e fomos ver as coisas e foi... e foi mais fácil, porque da primeira foi assim: "- E agora como é que vamos fazer?" Não, não estávamos à vontade.

Inv. - Então se percebi bem, foi o facto de ser já uma segunda vez e o facto de vocês antes de fazerem a experiência estarem mais tempo a ler, a planear.

Al. - (interrompe) A preparar (...) pensámos melhor o que é que havíamos de fazer» (EE, A2).

Alguns alunos, consideraram a segunda investigação mais fácil, também pelo facto de existir *feedback* por parte da professora, da primeira investigação e do primeiro relatório e da actividade da aula.

«A primeira foi,... foi mais difícil, porque na segunda já sabíamos mais o que é que devíamos fazer, já tínhamos realizado a primeira e... já sabíamos as etapas e já tínhamos o relatório também, com aquelas anotações assim, para

nós fazermos, acho que já foi muito mais fácil que a primeira. (...) na segunda já pensamos antes depois é que escolhemos, o que queríamos fazer.» (EE, C4)

Refere-nos, ainda, outro aluno: *«A segunda correu bastante melhor. Conseguimos orientar muito mais, muito melhor todo o procedimento, porque já, já saibamos, para já porque tínhamos feito errado na anterior e depois também tínhamos as chamadas de atenção da professora» (EE, B1).*

A própria professora, após a realização da segunda investigação, afirma na sua entrevista que considera importante o facto de ter iniciado a aula efectuando um *feedback* sobre os resultados da primeira investigação, na aula e, com base, em anotações nos relatórios *«porque serviu para ver o que é que eles tinham feito mal na primeira investigação e lapidar e tentar controlar esses aspectos menos bons (...) para esta segunda investigação. E eles aceitaram bem e tentaram relembra certos conceitos que já estavam ultrapassados, que eles aprenderam em TLB I» (ED).*

Contudo, apesar de os alunos considerarem que, por todos os factores atrás referidos, existiram menos dificuldades na realização da segunda investigação, refere uma aluna que:

«De qualquer das formas como não estamos muito habituados a fazer isso, não é uma coisa que a gente faça regularmente, não conseguimos fazer muito bem as coisas. Tivemos alguma dificuldade, então era sempre mais fácil fazer o que estávamos habituados que era fazer as coisas, e depois no fim ir saber o que se tinha passado e dar respostas. Já correu melhor de qualquer das formas, foi muito mais bem planeado e isso é importante.» (EE, B1)

A mesma aluna refere ainda que:

«Na primeira, foi praticamente arranjar qualquer coisa para fazer e, toda a gente queria fazer uma coisa. Então, antes de fazer o problema, era arranjar qualquer coisa que desse para manipular e para fazer, era mais importante. Na segunda, já tivemos muito mais cuidado e percebemos que não era isso que interessava, percebemos o que é que interessava, o que é que era importante para fazer (...) quer dizer já sabíamos quais eram os pontos onde tínhamos que

nos esforçar mais e quais eram as coisas em que tínhamos que ter mais cuidado que era, por exemplo, como vemos a teoria, levantar bem a hipótese, termos cuidado com os resultados, fazermos tudo, assinalarmos os resultados todos muito bem explicitados e no fim, respondermos e relacionarmos a teoria com a prática, também tivemos cuidado com isso, ver, (...) conseguimos aperceber-nos disso.» (EE, B1)

Afirma a mesma aluna que,

«Acho que aprendemos mesmo o que estávamos a fazer.(...) aprendemos mais, porque, ao fazermos isso, tivemos mais cuidado com o que fazíamos, quando fomos ver a teoria, tivemos mais atenção no que estávamos a ver e fizemos as coisas mais ordenadas e de uma forma mais orientada e aí conseguimos ter as coisas mais fáceis, (...) e foi mais fácil de assimilar o que estávamos a fazer.» (EE, B1)

A investigadora questionou a aluna no sentido de compreender o que ela considera que aprendeu, ao que ela respondeu que foi *«fazer uma investigação»* (EE, B1).

Por tudo o que ficou referido, podemos concluir, comparando as duas investigações realizadas, que, apesar de os alunos seguirem basicamente o mesmo processo de investigação, a segunda investigação foi para eles mais fácil. A razão prendeu-se com o facto de terem já realizado uma primeira investigação; por terem a preocupação de planearem a investigação com antecedência; ocuparem mais tempo a pensar e a construir o plano de investigação; efectuarem mais pesquisa bibliográfica no início do trabalho, procederem a uma maior fundamentação teórica; terem recebido *feedback* relativamente à primeira investigação. Todos estes factos permitiram-lhes organizarem-se melhor. Se para alguns o tema dentro do qual trabalharam na primeira investigação era mais difícil, para outros o mais difícil era o da segunda. Para além de tudo isto, ainda apontam como limitações a escassez de tempo e a falta de material.

3. A realização de uma investigação com tema livre

Na terceira investigação foi pedido aos alunos que seleccionassem livremente um tema dentro do âmbito da Biologia. Os objectivos foram os de analisar a capacidade de escolha de temas relevantes e verificar as vantagens e as dificuldades comparativamente às investigações com temas propostos pela professora. Posteriormente, quando foram questionados sobre que diferenças sentiram entre as primeiras investigações e a investigação onde tiveram que ser eles a propor o tema (dados recolhidas no documento II - Anexo I), vários alunos consideraram que, no trabalho experimental de investigação onde o tema é previamente proposto, foi-lhes mais fácil a escolha do problema a investigar. Assim referem:

«A principal diferença entre as investigações com tema definido e a investigação inteiramente livre prende-se com a maior dificuldade desta última precisamente no que toca a escolher o assunto a investigar. De facto, considero que, nas duas investigações em que foi pré-definido o tema, se revelou mais fácil a escolha do problema a estudar. Pelo contrário, não sendo indicado previamente o tema, e em virtude do enorme leque de hipóteses que se nos apresentavam, foi mais complicado escolher o assunto para a nossa investigação laboratorial.» (DII, A1)

O excerto seguinte, dentro da mesma linha de pensamento, acrescenta que o facto de terem um tema serve-lhes de 'fio condutor': *«Na investigação com tema, apesar de não nos ter sido dado um protocolo a seguir, tínhamos algo por que nos guiar. (...) A investigação livre só levantou um problema, foi que a escolha do tema foi mais demorada» (DII, B4).*

Existe nos alunos a ideia de que quanto maior é a liberdade na escolha da área, maior é a dificuldade na selecção do problema, conforme nos referem os seguintes alunos:

«Os trabalhos sem tema, dificultam a experiência, porque a área de trabalho é muito maior» (DII, D3);

«As aulas de investigação sem tema são mais difíceis, pois há mais dificuldade em estipular um tema e elaborar uma experiência, porque não temos um campo científico estipulado e é para nós difícil pensar no que vamos fazer» (DII, D2);

«Sem tema é mais difícil, porque há tantas possibilidades (...) que se torna complicado escolher um assunto e uma forma de o estudar» (DII, C1).

Verificámos, pelos excertos de citações supra citadas que muitos alunos consideram que a realização de um trabalho experimental de investigação em que não lhes é dado um tema dentro do qual possam formular problemas do seu interesse, torna-se mais difícil pela amplitude de escolha que lhes é colocada. Mas existem mais razões, tais como o chegar a acordo entre todos os elementos do grupo sobre qual tema trabalhar e sobre o próprio problema: *«Como tínhamos tantas oportunidades e cada membro do grupo tinha a sua preferência nos diversos assuntos que podíamos trabalhar, foi mais difícil decidirmos o que havíamos de trabalhar, enquanto que nas outras duas aulas sempre tínhamos uma pequena orientação (o tema)» (DII, A3).* São vários os alunos que referem a dificuldade de chegarem a consenso, como mostram os seguintes excertos:

«Também o consenso intragrupal se torna difícil de atingir, uma vez que não há restrições que direccionem o objectivo do trabalho» (DII, C1);

«Este tipo de investigação apresenta um 'contra', o de termos de chegar a um consenso, pelo facto de trabalharmos em grupo e isso ser um aspecto fundamental» (DII, C2);

«Na minha opinião penso que foi muito mais difícil a investigação livre sem tema, uma vez que, como foi o caso do nosso grupo, não se chegou a um consenso em relação à experiência que se iria realizar. Deste modo, sem um tema proposto, surgem sempre novas ideias com que uns podem concordar e outros não, logo é devido a isto que a experiência se torna mais difícil» (DII, C3);

«A investigação livre sem tema, torna-se mais difícil, na medida em que o grupo tem de chegar a um acordo, e há sempre ideias diferentes. (...) a parte mais difícil é chegar a um acordo, porque hoje tivemos de optar por um tema que não agradava a toda a gente» (DII, C4).

Refere um aluno que, para além do tema, também sentiram dificuldades sobre a escolha do problema:

«Tal como nas aulas anteriores, em que se realizou uma investigação livre com tema, esta foi a etapa mais difícil por dois factores: primeiro, porque não havia tema e foi difícil chegar a um consenso entre todos os elementos do grupo e segundo, porque todos os problemas que surgiam e todos estavam de acordo implicavam animais e aparelhos que não estavam disponíveis.» (DII, A2)

Pode aqui verificar-se uma outra dificuldade, a limitação do material disponível, quer de laboratório, quer de material biológico. Este mesmo aluno refere-se ainda ao factor tempo quando nos dá a sua opinião sobre o trabalho experimental de investigação sem tema previamente definido: *«creio que é bom apenas para se realizar esporadicamente no ensino, pois perde-se muito tempo e, como cada aluno tem ideias diferentes, as investigações podem divergir muito»* (DII, A2). Ainda apontando limitações ligadas com o material disponível:

«Existe sempre o problema de estarmos um pouco limitados ao material existente no laboratório, e aos animais que conseguimos obter» (DII, B1);
«Por um lado, seria mais agradável sermos nós a escolher o tema, mas pelo facto de não estarmos habituados, torna-se bastante difícil, pois sentimos grandes dificuldades em arranjar um tema e pensar num problema para o qual tenhamos uma hipótese que possa ser confirmada ou não com o material que temos disponível» (DII, A4).

Este último excerto remete, mais uma vez, para o tipo de trabalho experimental que vinham realizando no passado ao apontar o *«facto de não estarmos habituados»*.

Comparando ainda a investigação com ou sem tema dado inicialmente, refere um aluno que *«é evidente que não havendo o limite do tema, a experiência podia ser mais interessante, mas, por outro lado, não ajuda em relação ao problema nem aos nossos conhecimentos sobre o assunto, sendo necessária uma investigação teórica mais aprofundada»* (DII, A2).

Aparecem-nos, assim, referenciados como limitações os conteúdos necessários à fundamentação teórica da investigação livre. E surge ainda a ideia da existência do tema como uma limitação. Esta opinião é também partilhada pelo aluno que afirma que: *«A investigação com tema é limitada, no sentido em que não foi a nossa escolha e por isso pode tornar-se*

menos interessante, mas, por outro lado, torna-se um bocado mais facilitado, pois apenas temos que pesquisar acerca daquele tema, e não dos vários que poderíamos tratar caso fosse nossa, a opção» (DII, A4). Existem mais alunos com a mesma opinião, ou seja, que a existência de um tema pré-fixado é uma limitação e de que sem tema obrigatório o trabalho seria muito mais interessante, pois poderiam escolher assuntos das suas preferências, bem como satisfazerem dúvidas e curiosidades:

«Vantagens do tema ser livre: Pode-se trabalhar num assunto qualquer de acordo com as nossas preferências dentro dos conhecimentos que temos de Biologia, enquanto que, nas outras aulas, estamos limitados a um tema que, apesar de não ser o caso, poderíamos não ter achado interessante... nesta aula podemos utilizar toda a nossa criatividade» (DII, A3).

Outro aluno refere ainda que, *«na investigação com um tema estipulado pela professora, nós podemos investigar aquilo em que tínhamos curiosidade, mas era restringido ao tema dado»* (DII, B3). Mais longe vai um aluno ao afirmar que *«quanto à dificuldade esta foi maior na investigação com tema»* porque, segundo ele *«por isso mesmo, a nossa investigação era limitada, enquanto que na investigação livre, sem tema, não existiam limites»* (DII, B4).

Como se podemos analisar nos extractos anteriores, os alunos apontam vantagens para o facto de realizarem trabalho de investigação sem tema prévio. Como justificação é referido o facto de poderem escolher assuntos do seu interesse, de satisfazerem dúvidas e curiosidades e até o facto de poderem utilizar a sua própria criatividade. Neste sentido vêem as seguintes citações:

«Acho que uma investigação sem tema pode revelar-se mais interessante do que uma com tema, porque permite às pessoas dedicarem-se ao que mais lhes interessar» (DII, A1);

«Na investigação com tema livre é melhor porque investigámos aquilo em que tínhamos dúvidas. (...) Tínhamos mais liberdade para escolher a experiência em diversos temas e foi mais divertido, porque fizemos exactamente aquilo que tínhamos em mente» (DII, B3).

Ainda a propósito da comparação das investigações com tema proposto e da investigação de tema livre, passamos a citar o seguinte aluno:

«Penso que a única diferença é mesmo o tema, porque nas duas investigações anteriores (investigação com tema) nós realizamos experiências sobre certos problemas que nos interessavam ter respostas, mas nesta experiência (tema livre), nós também fizemos uma experiência sobre uma coisa que nos interessava. As dificuldades são as mesmas, porque, mesmo com tema, nós temos que pensar qual a experiência que temos que fazer, e principalmente, não podemos fugir a esse tema o que, às vezes, é mais difícil. Assim, com o tema livre nós podemos fazer aquilo que quisemos, sem nos preocuparmos, se estávamos a seguir algum tema ou não.» (DII, B2)

Para este aluno, realizar uma investigação com ou sem tema pré-definido, foi-lhe indiferente, dado que, em qualquer delas, partiu de problemas do seu interesse, tendo sentido as mesmas dificuldades. Afirmar ainda que: *«Gostei destas três aulas, a diferença, como já disse, está só em duas das investigações terem tema e a terceira não ter. São é mais difíceis do que as aulas com protocolo» (DII, B2).*

O aluno que citamos de seguida, considera mais difícil a escolha do assunto e do problema numa investigação sem tema prévio, apesar de para ele ser mais interessante. Afirmar, no entanto, que *«para além disto, tudo o resto foi basicamente igual nos dois tipos de investigação» (DII, A1).*

É-nos, então, dado a entender que, em termos de processo, tudo decorreu de forma idêntica nas três investigações, o que também nos é confirmado pela observação das aulas e que já anteriormente referimos.

Ainda, *«em relação a vantagens que surgem»* na realização de uma investigação com maior abertura (escolha do tema) diz um aluno: *«Penso que é principalmente a autoconfiança que surge e um sentimento de coragem por sermos nós a fazermos tudo» (DII, C3);* e outro afirma: *«Quanto a mim creio que este tipo de aula é bom para exercitar a criatividade e o raciocínio» (DII, A2).* No mesmo sentido, afirmam os seguintes alunos: *«Na investigação livre sem tema é proposto que se ponha à prova a nossa imaginação e criatividade, sem nos*

basearmos em nenhum tema, somente o da Biologia» (DII, C2); «Nesta aula podemos utilizar toda a nossa criatividade» (DII, A3).

Em relação à investigação com 'tema livre' foi-nos dado inferir dos documentos que os alunos escreveram, que para eles esta actividade lhes permite exercitar a criatividade, o raciocínio e a imaginação, investigarem sobre assuntos das suas preferências e sobre os quais têm dúvidas. E sentem-se, assim, mais confiantes.

Em suma, a maior parte dos alunos afirma, que a terceira investigação foi a mais difícil por eles realizada, dado terem de ser eles a escolher o tema dentro do qual iam levantar o problema a investigar, competência que eles nunca mobilizaram nas aulas práticas anteriores. Foi-lhes difícil seleccionar o tema, referem mais uma vez a dificuldade de não existir um protocolo para os orientar e o não estarem habituados a este procedimento.

Reunir consensos em cada grupo quanto ao tema e problema a investigar é que foi difícil. Acresce ainda, segundo os alunos, como outra dificuldade desta terceira investigação, o material laboratorial e biológico de que dispunham, bem como a necessidade de uma fundamentação teórica mais aprofundada.

Existiu ainda a opinião de que a terceira investigação 'tema livre' foi semelhante às anteriores. Em ambas se sentiram motivados para a sua realização.

Outros alunos houve, que consideraram que a melhor foi a terceira investigação. Apontam vantagens como o facto de exercitarem a imaginação, a criatividade e raciocínio e de considerarem vantajoso investigar sobre aquilo de que têm dúvidas, tendo a possibilidade de trabalhar um assunto da sua preferência, o que torna toda a actividade mais agradável e interessante. Referem, também, o facto de não estarem habituados a este tipo de trabalho, tornando-se a tarefa mais difícil. Referem ainda como vantagens o desenvolvimento da autoconfiança e de um sentimento de coragem.

No geral, verifica-se que consideram que uma investigação, em que lhes é dado o tema, é mais fácil. Existem, contudo, alunos que consideram o facto de o tema lhes ser dado, já como um limite à sua 'liberdade' de escolha. Para alunos habituados a seguir passo a passo um protocolo foi difícil realizar uma investigação a partir de um problema seleccionado por eles e tendo que planear todo o procedimento. Ser-lhes pedido ainda a selecção do tema, constituiu uma maior dificuldade, dado serem competências que usualmente não mobilizam. Atrevíamo-nos mesmo a afirmar que nunca as tinham mobilizado anteriormente a estas aulas.

4. Evolução no desempenho dos alunos

Se analisarmos o desempenho dos alunos, no que se refere às competências mobilizadas na realização de trabalho experimental de investigação (da primeira para as seguintes actividades propostas e realizadas), podemos observar que existe evolução no desenvolvimento das mesmas, ao nível das competências de investigação, apesar de terem sido apenas três as actividades realizadas, pelos alunos, durante o nosso estudo.

Temos, assim, como indicador de evolução o facto de os alunos terem introduzido no plano de investigação a formulação de questões e/ou hipóteses passíveis de ser investigáveis. Verificámos que, no relatório referente ao primeiro trabalho experimental de investigação, houve grupos que não formularam os problemas de investigação, nem sequer quaisquer hipóteses e nos que existiam, eram mal formuladas, situações estas que foram anteriormente mencionadas no capítulo onde apresentámos as dificuldades na realização do trabalho. Concretamente quanto ao problema, os grupos C e D não formularam qualquer questão de investigação. No entanto, apontaram os objectivos para os trabalhos realizados. O grupo B, tal como o A, apresentaram um problema, só que este último foi mal formulado. Já no respeitante à hipótese, o grupo C foi o único que a não formula, mas os restantes fizeram-no de forma errada. Nos segundo e terceiros relatórios, todos os grupos apresentaram já o problema de investigação, bem como as hipóteses.

O facto dos alunos terem sentido, após a realização da primeira investigação, necessidade de planear melhor o trabalho, antes de partirem para a execução do plano de investigação é também um indicador de evolução (compreensão da necessidade de planear). Na segunda e terceira investigação, os alunos já se debruçaram mais sobre a construção do plano de investigação. Enquanto que na primeira investigação realizada, a sua principal preocupação, como nos mostram os resultados, foi a manipulação do material, segundo os alunos, a partir da segunda investigação, a preocupação maior foi a preparação. Procuraram primeiro fundamentar-se teoricamente, efectuando uma pesquisa bibliográfica mais aprofundada sobre o tema a investigar.

Existiu, também, na segunda e terceira investigação, uma maior organização, confirmando-nos os alunos que foram mais ordenados em toda a actividade investigativa.

O facto de, na segunda e terceira investigação, os alunos efectuarem uma maior preparação, através de uma melhor organização e dedicando mais tempo à construção do

plano de investigação, traduziu-se numa diminuição das dificuldades na realização do trabalho experimental de investigação.

O terem efectuado uma maior pesquisa bibliográfica no sentido de melhorar a sua fundamentação teórica, teve como consequência, em cada grupo, uma melhor relação teoria/prática, o que se reflectiu numa melhor interpretação dos resultados. A diminuição das dificuldades dos alunos da primeira para a última investigação realizadas são, também, indicadores de evolução do desempenho, bem como de uma melhor interpretação dos resultados e uma melhor aproximação das conclusões da investigação a uma resposta ao problema formulado.

A apreciação crítica de resultados e procedimentos, dá-nos outro indicador de evolução. Assim, o grupo B, na terceira investigação, aponta limitações ao seu estudo. Ainda no que respeita a este assunto, algumas diferenças entre a primeira e última investigação merecem ser sublinhadas. É o caso do grupo A, que no final do trabalho escrito (relatório), relativo à terceira investigação, sugere novas investigações, com o fim de aprofundar o estudo por eles realizado. Já o grupo C alterou a nomenclatura da Introdução, passando a designá-la por Fundamentação Teórica.

A análise, das classificações dadas pela professora aos relatórios das investigações elaborados pelos alunos, e nas quais se verifica uma evolução positiva das notas atribuídas (Anexo M), corrobora a nossa ideia de que existiu uma evolução no desempenho destes.

De notar e referenciar aqui a forma como os vários grupos executaram as acções previstas no plano de investigação e fizeram o registo dos dados, com grande autonomia, sendo visível que estavam habituados a mobilizar essas competências. Este nível de desempenho deve-se, sem dúvida, ao tipo de trabalho experimental que vinham efectuando no passado, no que se refere às competências de processo de operacionalização de variáveis e procedimentos bem como ao registo de dados.

Em resumo, o desempenho de competências de investigação, seguiu um processo que se caracteriza do seguinte modo:

- a) Discussão do plano de investigação, em grupo, com ajuda interactiva do professora;
- b) Escrita do plano de investigação, em grupo;
- c) Execução do plano de investigação, em grupo;
- d) Registo dos resultados dos grupos em textos, gráficos e tabelas construídas pelos próprios alunos em cada grupo;

- e) Interpretação dos resultados e elaboração das conclusões,
- f) Apresentação à turma do trabalho realizado, por cada grupo, com consequente discussão;
- g) Elaboração de um relatório escrito, por grupo.

Neste estudo foi patente que se verificou um evolução ao nível das competências dos alunos que anteriormente não eram por estes mobilizadas. Dado ter sido a primeira vez que realizaram trabalho experimental de investigação verificou-se desta forma evolução do desempenho nas etapas iniciais a), b) e na etapa final, e).

Por tudo o que atrás ficou exposto, podemos referir, que existiu realmente uma evolução no desempenho dos alunos ao nível das competências de investigação.

5. A realização de trabalho experimental de investigação na perspectiva da professora envolvida no estudo

Os objectivos deste trabalho prendem-se com o conhecimento e a compreensão das perspectivas dos alunos, no que se refere à realização de trabalho experimental de investigação. Sendo a professora parte indissociável deste processo, fomos obtendo dados ao longo do nosso estudo que considerámos relevantes e os quais deveríamos dar a conhecer, até pela sua pertinência no esclarecimento de determinados aspectos focados ao longo deste trabalho.

No início deste estudo, a professora ao ser inquirida sobre o trabalho experimental de investigação, afirmava que *«já ouvi falar, mas sei pouco acerca disso»*, e que esse tipo de trabalho *«nunca se fez (...) nós olhando para as sugestões do Ministério e dos livros que foram concebidos, ninguém facilita a investigação aberta. Não se faz»* (EA). Mais tarde, vem a afirmar que *«não conheço nenhum colega, nenhum professor que tenha feito isto até agora, e já não tenho tão poucos anos de serviço como isso»* (EF).

No âmbito deste estudo e após formação específica, esta professora realizou com os seus alunos investigações experimentais, com diferentes graus de abertura, conforme já anteriormente expusemos. Após a realização das três investigações faz uma reflexão pessoal sobre a sua prática usual:

«Se fosse eu a dar os protocolos (...) era tudo muito mais simples e muito mais rápido. Só que, também era um processo redutor (...) porque nós dávamos-lhe

a 'papinha' toda feita e [os alunos] só tinham que seguir aquele protocolo, seguir aqueles passos e conseguiam fazer as coisas de acordo, da forma como nós queríamos.(...) Era redutor no sentido em que o aluno fica 'espartilhado' no protocolo. Portanto, não se lhes dá oportunidade de fugirem daquilo que se pretende. Eles têm que seguir aqueles passos, chegarem àquelas conclusões e até a orientação depois, que será apresentada no relatório, é toda ela orientada. O aluno está ali 'espartilhado', não foge daquilo, nem sequer se lhes dá oportunidade de enveredar por outros caminhos. (...) Não têm qualquer margem para 'fugir' da metodologia que é proposta.» (EF)

Vem confirmar-nos a caracterização do trabalho experimental usualmente realizado na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, que apresentámos no primeiro capítulo desta terceira parte. Sobre a realização das investigações a professora explica que sentiu alguma insegurança, dado não saber que tipo de questões lhe poderiam ser colocadas pelos alunos ao longo das investigações por eles pensadas e realizadas. Assim para ela:

«Ter a coragem de propor [aos alunos] uma investigação aberta é um risco muito grande (...) por um lado, nós não sabemos o que é que eles vão querer investigar, ou seja, nós temos medo, eu sinto isso. Eu tenho medo de não estar à altura para responder às questões deles (...) porque um aluno se nota alguma falha dos tais conhecimentos no professor, gera até uma certa falta de credibilidade.» (EF)

Para além deste 'medo', o professor tem que estar predisposto a colocar-se numa posição de também ele poder aprender algo da realização destas investigações pelos seus alunos. É esta a ideia que se depreende do seguinte excerto:

«E então o que é que pode acontecer quando nós propomos uma investigação aberta, há uma inversão do papel do professor, ou seja, o professor não é só aquele que do alto da sua inquestionável sabedoria está ali a debitar matéria. Tem que ser uma pessoa que esteja disposta a colocar-se ao lado dos alunos para também aprender alguma coisa (...) não deixa de ensinar, tem é que estar na disposição de aprender sempre. (...) Eu acho que foi isso que eu senti mais

na pele e foi isso que me fez pensar em todo este processo, foi efectivamente ter disposição para aprender. Porque afinal de contas não saber tudo não é mau, mau é não querer aprender mais, não é? Porque o professor vai ter sempre dúvidas, e vai ter medos, e vai ter pequenas falhas ou falhas grandes, não é?»
(EF)

Contudo, explica também a professora, ainda que, *«o professor esteja (...) a par como os alunos na disposição de aprender, o professor é sempre quem sabe um bocadinho mais e que, portanto (...) tem mais capacidades para orientar e para ajudar a organizar o trabalho»* (EF). E conclui que *«no meio disto tudo fica-se só com uma certeza: "- É que nunca se sabe tudo." Foi uma coisa que eu senti na pele com os miúdos. (...) Nunca se sabe tudo e então tem que haver sempre este caminhar, este constante actualizar»* (EF).

Sobre a orientação dada pela professora aos grupos durante a realização das investigações experimentais, apresentamos o documento pessoal III (Anexo J), onde os alunos expressaram a sua opinião quanto a esta questão, do qual apontamos alguns excertos:

«A professora orientou-nos de maneira a que fosse o grupo a fazer as suas próprias investigações e pesquisas. Conseguiu ajudar-nos sem nos dar as respostas» (DIII, A3);

«A orientação da professora foi excepcional. Ajudava-nos em todas as contrariedades, mas ao mesmo tempo deixava-nos à vontade para realizarmos aquilo que tínhamos pensado realizar» (DIII, B3);

«Foi a mais correcta, pois tinha de ser pouco interventiva, ajudando simultaneamente nas dificuldades que poderiam surgir pela falta de hábito de fazer tal procedimento. Deu uma ajuda em alguns aspectos em que tínhamos menos prática, como por exemplo desenvolver o procedimento com o material existente no laboratório» (DIII, B1).

Em suma, como afirma um aluno *«soube instigar a capacidade de investigação dos alunos»* (DIII, C1). Da análise destas opiniões ficámos com a ideia de que os alunos consideraram bem sucedida a orientação da professora à realização do trabalho experimental de investigação por eles feita.

Sendo a primeira vez que os alunos realizavam trabalho experimental de investigação, existiram algumas dificuldades, e que foram por nós analisadas no capítulo segundo desta terceira parte. Na entrevista à professora, após a realização pelos alunos da primeira investigação (e pelo que se pode observar da forma como decorreu a aula), é-nos explicado que uma das razões das dificuldades apresentadas é o facto de não estarem habituados e, assim, refere que: *«no início [os alunos] tiveram algumas dificuldades porque era uma experiência inteiramente nova, mas depois quando se lhes deu a oportunidade de fazerem pesquisa bibliográfica ou de seleccionarem vários materiais, ah? vários animais, começaram a surgir ideias»* (EC). Refere, também, que os alunos no 12º ano:

«Têm o horário tão cheio e têm tantas actividades propostas por outras disciplinas que fazem parte do currículo, que isso limita-os um bocado (...) em termos de tempo, não é? Acho que é a única dificuldade, e aliás, se eles tivessem experiências deste género no 11º ano acho que agora não teriam tanta dificuldade em arrancar, mas foi só mesmo no arranque porque depois desenrascaram-se bem.» (EC)

A professora aponta como factor limitativo do desempenho dos alunos a falta de tempo, consequência de um horário muito preenchido, a par, das muitas actividades propostas pelas várias disciplinas. Mais uma vez, refere como justificação das dificuldades o facto de os alunos usualmente não realizarem este tipo de trabalho, e acrescenta que seria obviamente mais fácil, se já o tivessem feito em anos anteriores.

Retomando a reflexão final da professora, onde a mesma considera que apesar das dificuldades que existiram, se *«atingiram os objectivos, quer no que diz respeito à coordenação nervosa, quer no que diz respeito a aprender a fazer investigação»* (EF). Acrescenta, se o trabalho experimental com base em protocolo era mais simples e rápido, era-o também mais redutor. Quanto à realização das investigações experimentais refere que:

«A capacidade de aprender a aprender porque foi aquilo que eles conseguiram com todo este processo, com toda esta investigação (...) desta forma é um processo muito mais evolutivo, porque dá para ver que, eles a par dos conhecimentos que nós podemos transmitir eles, souberam utilizar

determinadas 'ferramentas' para aprender a aprender e é isso que interessa.»

(EF)

Ainda segundo a professora, a realização das investigação teve como vantagem levar os alunos a aprenderem a aprender, transformando a informação disponível em conhecimento:

«Saber problematizar, hipotetizar, planejar a experiência, executar, analisar os resultados, tirar conclusões, tudo isso são passos importantes e constituem a tal ferramenta para que eles possam efectivamente aprender. Portanto, dá-se-lhes oportunidade de transformar toda a informação que eles possam dispor em conhecimento. Fazendo exactamente isso e sabendo sobretudo resolver problemas. Não só agora, aqui, no âmbito da Biologia, mas na sua vida futura.» (EF)

Como explica a professora:

«Nunca houve tanta informação como agora há. [Os alunos] podem ter acesso a enciclopédias, podem navegar na Internet, podem ver vídeos, podem ver televisão. O problema não está tanto, como no nosso tempo (...) em adquirir informação porque eles têm acesso a essa informação de uma forma muito acessível. O problema está em transformar essa informação em conhecimento, que é uma coisa que eles não sabiam. (...) A informação desactualiza-se a uma velocidade vertiginosa. Interessa é que eles tenham a capacidade de transformar a informação em conhecimento. E para isso o que é que é preciso? É preciso que eles saibam seleccionar (...) organizar (...) relacionar, que saibam pensar. E é isso que, no meio disto tudo, nós temos que lhes ensinar.» (EF)

Existe, da parte da professora, toda uma reflexão pessoal sobre a preparação necessária aos alunos para o tipo de sociedade em que vivemos. Para além do aprender a aprender, ela considera que a realização deste tipo de trabalho experimental de investigação permite aos alunos desenvolver o pensamento.

Ao abordar as potencialidades que encontra na realização deste tipo de trabalho experimental, a professora refere que, para além dos alunos, para ela própria foi enriquecedor. No que diz respeito aos alunos, a sua ideia é precisamente de que, ao desenvolverem as competências de investigação, eles aprendem os conteúdos. Passemos a analisar o seguinte excerto da entrevista realizada à professora, após a segunda investigação experimental.

«É enriquecedora para mim porque eu nunca tinha feito uma experiência deste género e além disso vejo que eles têm a capacidade de, por si só, guiar a experimentação, formularem o problema, criar a hipótese, fazer a experimentação toda e tirar conclusões (...) eles assim conseguem desenvolver as capacidades independentemente da minha intervenção, embora eu vá sempre orientando, não é? (...) [os alunos] vão descobrir as suas próprias capacidades, não é? A partir de toda a sequência de investigação que eles fazem, eles conseguem orientar (...) o seu raciocínio e a experiência de forma a perceberem os conceitos teóricos.» (ED)

Para a professora, o desenvolvimento de uma investigação conduz à compreensão dos conceitos, à sua aprendizagem significativa, enquanto que com o tipo de trabalho experimental que estão habituados a realizar, sempre com recurso ao protocolo, os alunos limitam-se a decorar conteúdos para a avaliação final, que *«passados uns dias do exame nacional, eles esquecem»*. Refere-nos de novo, que *«o que interessa aqui é eles saibam transformar essa informação em conhecimento»*. Segundo a professora, o que se passa nas aulas é que *«nós despejamos conteúdos sem mais quês nem porquês e no fundo não é isso que interessa»* (EF).

Apesar da realização das investigações experimentais ser um processo mais demorado, vê nelas vantagens, tal como nos foi dado observar nos excertos das citações anteriormente apresentadas. Crê que o tempo dispendido será a prazo compensado, como refere a professora,

«Está claro que [a realização de investigações] é um processo mais demorado e isso também eu notei. Demora-se mais tempo com uma investigação deste género do que da forma tradicional, em que eu chego lá, entrego o protocolo, "- está aqui o material, está aqui o protocolo, está aqui o material biológico e

têm 50 minutos para fazer isto". E fazem-no. Só que é um processo muito redutor (...) Ao utilizarem esta forma, [tipo de trabalho], é um processo mais demorado (...), mas eu acho que não é tempo perdido. Porquê? Este tempo pode ser recuperado. Um dia, mais tarde quando eles já largarem a escola e quiserem aprender qualquer coisa que lhes interesse para a sua vida futura, podem utilizar, aplicar na sua vida particular aquilo que aprenderam na escola.» (EF)

Existe, na sua opinião, uma relação entre este tipo de trabalho experimental e a vida particular e futura dos alunos. Quando questionada se no futuro estará disposta a realizar este tipo de trabalho nas suas aulas, respondeu que *«acho que vale sempre a pena»* (EF) e que os professores e a escola têm que mudar a forma de ensinar os alunos, no sentido os preparar para a vida, desenvolvendo-lhes a sua capacidade de resolução de problemas. Explica que:

«Eu nunca tinha pensado nestas coisas desta maneira e todo este processo (...) deu-me efectivamente para constatar estes factos. É que afinal de contas nós falhamos um bocado como professores. Ah! Ou então temos que reformular todo o sistema de ensino, porque efectivamente tem que ser diferente a forma de comunicarmos com os miúdos. Tem, tem que se lhes dar oportunidade, efectivamente, de eles aprenderem a desvencilhar-se dos seus problemas e a saberem solucionar aquilo que a vida lhes possa apresentar pela frente, na sua vida futura e não é a debitar matéria que nós conseguimos isso. Tem que ser efectivamente com outro tipo de trabalho.» (EF)

Para a professora o trabalho experimental de investigação é uma estratégia de ensino/aprendizagem a recorrer, pois permite aos alunos prepararem-se para a vida, concretamente para a resolução dos problemas que se lhes deparem. Segundo ela, e não se devendo só utilizar este tipo de trabalho experimental, *«é útil [realizá-lo] pelo menos algumas vezes em cada período lectivo, aí eu acho que não há dúvida nenhuma»*. Prossegue, explicando que considera que os alunos:

«Deviam começar a fazer este tipo de experiência logo no 11º ano, porque no 10º ano eles têm que adquirir as técnicas (...) têm que começar a aprender

tudo, aprender a trabalhar no laboratório, aprender a pipetar, aprender a observar ao microscópio, aprender a fazer um relatório [utilizar estratégias] muito orientadas nessa primeira fase. Eu acho que...digamos (...) não se deveria, [no 10º ano] a não ser só lá para o terceiro período, não é? fazer investigações abertas, porque ele têm muita dificuldade em controlar o material e executar as técnicas.» (ED)

A professora considera que no 10º ano, os alunos necessitam de adquirir técnicas laboratoriais, começando a realizar trabalho experimental de investigação, só no final desse ano lectivo, ou então já no 11º ano, «no 11º ano acho que seria mais fácil para eles fazerem investigações deste género». Mas, na sua opinião, também «não é no 12º ano. É depois de os alunos terem a capacidade de manipular material de laboratório, serem conhecedores de certas técnicas laboratoriais», então aí, «enveredar por este processo, porque assim o processo seria muito mais evolutivo, passando do 10º, 11º, para o 12º ano. Fazer isto só no 12º ano é muito pouco. Embora eu ache que [estes] alunos já constatarem a utilidade de todo este processo» (ED).

CONCLUSÃO

Esta terceira parte do estudo é constituída pela contribuição empírica da presente investigação. Tendo subjacente as questões de investigação e os objectivos deste estudo, centrou-se na pesquisa e compreensão das vantagens e dificuldades apresentadas pelos alunos, ao realizarem, pela primeira vez, trabalho experimental de investigação, na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, das competências científicas mobilizadas e a sua relação entre a realização deste tipo de trabalho experimental e o desenvolvimento destas. Procuramos, no final deste estudo, propor novas abordagens na utilização do trabalho experimental no ensino da Biologia.

Analísamos na totalidade as transcrições das vinte e uma entrevistas conduzidas junto dos quinze alunos e das duas professoras; o registo das observações de quatro aulas, correspondendo a doze horas; os relatórios escritos após cada investigação experimental realizada, elaborados pelos diferentes grupos, num total de treze, e os documentos pessoais, escritos pelos alunos em diferentes momentos deste estudo, após a primeira investigação e a terceira investigação. Procedemos à triangulação dos resultados obtidos, como ficou amplamente explicitado na segunda parte deste estudo - Metodologia do Trabalho Empírico, no ponto 2. do capítulo 4. (ver fig. 4.1, 4.2 e 4.3).

No primeiro capítulo desta parte do estudo, caracterizámos os alunos que constituíram a nossa amostra e a professora envolvida neste trabalho, bem como o tipo de trabalho experimental que vinham realizando na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, a fim de o podermos comparar com o trabalho experimental de investigação realizado, pela primeira vez, pelos alunos no âmbito desta investigação.

No segundo capítulo, analisámos as dificuldades que existiram na mobilização das várias competências necessárias à realização das investigações e as respectivas justificações apresentadas pelos alunos. Apresentámos também os condicionalismos apontados pelas duas professoras e alguns alunos à realização deste tipo de trabalho experimental.

No capítulo seguinte, analisámos, na perspectiva dos próprios alunos, as várias e distintas potencialidades por eles apontadas à realização de trabalho experimental de investigação.

Por último, no quarto capítulo, analisámos as diferentes competências científicas de investigação, mobilizadas na realização das três investigações experimentais, bem como as diferenças apontadas, pelos alunos, a nível das vantagens, dificuldades e competências, para

cada uma delas. Apresentámos ainda os indicadores que demonstram ter existido evolução no desempenho dos alunos, no que se refere à realização de investigações experimentais.

Não é nossa pretensão alongar este trabalho, elaborando uma conclusão onde se sintetize tudo o que anteriormente foi exposto. Tendo, no entanto, em conta os objectivos da presente investigação e com base no nosso quadro teórico, apontamos nesta conclusão, hipóteses explicativas para os resultados por nós analisados e apresentados. Efectuamos também uma comparação entre o trabalho experimental com protocolo pré-definido e o trabalho experimental de investigação, no que se refere às vantagens apontadas pelos alunos para cada tipo de trabalho e às competências mobilizadas.

No primeiro capítulo desta terceira parte - Enquadramento do Estudo, ficou claro que, normalmente, nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia, os alunos desta turma efectuem um tipo de trabalho experimental sempre baseado na utilização de um protocolo, que lhes é previamente fornecido pela professora, e que os alunos seguem passo a passo. É-lhes permitido executar o procedimento experimental, registar e apresentar dados e elaborar as respectivas conclusões. Muitas vezes, os resultados são conhecidos de antemão e as conclusões orientadas por questões em 'busca da resposta certa'. Também não existe a interpretação do erro, procura-se a resposta única, confirmar e não explicar, não relacionando teoria e prática. *Modus operandi* confirmado pelos alunos e pelas próprias professoras que leccionam esta disciplina, o que vem ao encontro do que referem vários autores, já por nós citados no capítulo 2 da primeira parte - O trabalho experimental - que consideram ser esta prática usual nas escolas. De igual modo, esta prática é confirmada pela própria experiência da investigadora enquanto conhecedora da realidade escolar que integra como professora.

Esta prática tem sido alvo de diversas críticas, no entanto, é este o caso dos alunos desta turma, das professoras desta escola, que realizam um tipo de trabalho experimental monótono do tipo 'receita', desenvolvendo apenas actividades manipulativas.

Podemos, pois, entender as dificuldades apresentadas pelos alunos na realização das investigações por nós observadas. Essas dificuldades manifestaram-se nas competências que os alunos não mobilizavam usualmente. Os resultados mostram que elas se centram na selecção e formulação do problema e das hipóteses, no planejar da experiência e na análise dos resultados e elaboração da conclusão. No que toca às competências transversais, apontam dificuldades em trabalhar em grupo e na organização e controlo do tempo.

O facto de os alunos não apresentarem dificuldades na execução da experiência e no registo dos dados evidencia que essas competências mobilizadas pelos alunos se tinham vindo a desenvolver ao longo do seu percurso escolar.

Os alunos apontam factores limitativos à realização das investigações como razões para as dificuldades que sentiram, sendo a falta de prática a principal, devido ao facto de não estarem habituados a este tipo de trabalho experimental. É referido como justificação o facto de, no passado, não usarem o raciocínio e a imaginação. Também o tema proposto foi considerado uma dificuldade para os alunos, isto para o caso da primeira e segunda investigações. Outros factores limitativos apontados foram: o facto de já dominarem alguns dos conteúdos em causa, outras vezes, a necessidade de uma fundamentação teórica mais aprofundada, o que aconteceu na terceira investigação; o facto da sua não preparação prévia à aula; o desconhecimento do 'método' científico e da noção de hipótese; o material existente; a pouca disponibilidade de tempo.

Pelo que os alunos disseram, podemos concluir que o trabalho experimental, que estavam habituados a realizar, é o principal gerador das dificuldades que sentiram. Foi a primeira vez que os alunos realizaram trabalho experimental de investigação, actividade em que existe a necessidade de pensarem e de mobilizarem a sua criatividade, o que não se verificava no trabalho anteriormente realizado dada a pouca exigência das actividades propostas. Se atentarmos nas justificações apontadas pelos alunos, observamos que a dificuldade na formulação da hipótese surge também, devido à concepção que eles tinham da mesma. No trabalho experimental com as características do anterior não são tidas em conta as concepções alternativas dos alunos, o que acontece numa investigação experimental, dado ser o próprio aluno que, para além de escolher e formular o problema, formula as hipóteses, recorrendo para isso aos seus conhecimentos prévios. No que respeita à compreensão conceptual dos alunos em Ciência, verifica-se que, quando o aluno chega à escola, já possui experiência dos fenómenos naturais e acontecimentos do mundo que o rodeia. De igual modo, quanto à competência processual, como para qualquer outro aspecto da aprendizagem em Ciência, os alunos trazem ideias e expectativas para o trabalho experimental. Eles afirmam desconhecer o 'método' científico, pois não estavam habituados a ter de planear as actividades experimentais. Na primeira investigação, existiu a tendência para começarem logo a executar a experiência, sem construírem um plano, o que aconteceu de forma diferente na segunda e terceiras

investigações, em que ocuparam inicialmente mais tempo a planear. A não preparação anterior à aula, parece-nos ser também consequência do tipo de trabalho que vinham realizando.

O facto de terem apontado como justificação o próprio tema, o conhecimento ou não dos conteúdos em causa, na procura de uma fundamentação teórica necessária à realização das investigações, mostra que a necessidade de ambos os campos, conceptual e processual, que interactuam em qualquer investigação, foi sentida pelos alunos, ao realizarem-nas, sendo uma situação a que não estavam habituados. Nas palavras de uma aluna, «*o comparar a teoria com a prática é praticamente das coisas mais importantes que acontece ... foi isso mesmo que fizemos*» (E,B1). Para planear e realizar uma investigação com sucesso, o aluno deverá ser capaz de juntar a compreensão conceptual e as competências de processo. Esta ideia é partilhada por diversos autores já referidos na primeira parte deste estudo. Como salienta Woolnough (1994), existe a necessidade de desenvolver compreensão e aplicação de conhecimentos científicos e dos 'processos' da Ciência por parte dos alunos, articulando-se desta forma a teoria com a prática. Por exemplo, o aluno que diz ter um noção de hipótese diferente da agora apresentada pela professora, refere que ela lhe foi dada no 10º ano, nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia, mas que nunca tinha utilizado esse conceito no contexto de uma investigação. Não existiu articulação entre a teoria e a aplicação prática, que poderia levar a uma aprendizagem significativa. Assim, o que ficou foi um conhecimento 'morto', sem significado e que logo foi esquecido.

É importante os alunos escreverem a hipótese no plano de investigação, como forma de estabelecerem o confronto entre a ideia inicial e a evidência dos resultados, o que, segundo Kuhn (1988), ajuda os alunos a reflectir sobre as suas teorias e sobre a evidência, como entidades distintas, e a desenvolver capacidades de coordenação entre teoria e evidência. O que constitui, segundo o autor, o melhor indicador do pensamento científico.

Todas as razões apontadas como factor justificativo das dificuldades apresentadas pelos alunos conduzem-nos às características do trabalho experimental que vinham realizando nas aulas, à excepção de algumas razões por eles referidas, que se prendem com condicionantes escolares e curriculares, nomeadamente a falta de material e de tempo. Mesmo quando é dada aos alunos a oportunidade de realizarem actividades abertas, como é o caso das investigações experimentais desenvolvidas no âmbito deste estudo, existem sempre condicionantes. Como referem Ramsden e Harrison (1993), existem factores que influenciam o desempenho nas investigações, tais como, os conceitos a serem estudados, onde a competência processual é

influenciada pela compreensão conceptual; os alunos, é o caso das concepções alternativas e da idade; e as considerações práticas, como o tempo disponível e os recursos.

São ainda apontados, quer pelas professoras quer por alguns alunos, factores limitativos à realização de trabalho experimental de investigação nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia. É de salientar que, as respostas das professoras surgiram aquando da justificação da forma de leccionarem esta disciplina. Os alunos invocam o próprio programa da disciplina e o facto de terem de o cumprir, a avaliação a que são sujeitos no final do ano e a falta de interdisciplinaridade, nomeadamente, entre esta disciplina e a de Ciências da Terra e da Vida. Pela professora, que leccionou a disciplina aos alunos da turma no 10º e 11º anos, são referidas, por um lado, limitações relacionadas com as condições escolares e curriculares. A falta de material; de espaço; de tempo, pela necessidade de cumprir os programas, uma vez que existe uma avaliação final e dada a excessiva carga horária dos alunos; o programa e o elevado número de alunos por turma. Por outro lado, são apontadas limitações relacionadas com os alunos tais como: não possuírem capacidades, nomeadamente de resolução de problemas; terem falta de hábitos de pensar, o que relacionam com a forma de leccionar de outras disciplinas e o estarem mais preocupados com o facto de passarem nos exames finais, logo mais com os resultados da avaliação do que com o desenvolvimento das aulas em si. Se observarmos com mais atenção as razões que a professora imputa aos alunos, verificamos que, segundo ela própria, são justificadas por questões relacionadas, mais uma vez com as condicionantes escolares e curriculares, nomeadamente as estratégias de ensino/ aprendizagem utilizadas em algumas disciplinas e a avaliação final a que são os alunos sujeitos.

A professora envolvida neste estudo afirma que o trabalho realizado pelos alunos nas aulas é todo orientado. Refere este facto como condicionante à sua acção, pelo facto de os alunos não estarem habituados a pesquisar. Aponta ainda como limitação a necessidade de cumprir o programa, dado o tipo de avaliação a que são sujeitos os alunos, com a consequente falta de tempo, pois existe a preocupação de abordar todos os conteúdos que constam do programa e que poderão ser sujeitos a avaliação final. Este último factor, apontado por esta professora, é considerado, de igual forma, por alguns alunos e pela professora que lhes leccionou o 10º e 11º anos desta disciplina. Constitui ainda uma condicionante, que a professora dos anos anteriores e alguns alunos referem, o próprio conteúdo programático da disciplina, a par da avaliação final a que são sujeitos.

Torna-se pertinente questionar-nos, se não será de repensar o programa da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia e o tipo de avaliação a que são sujeitos os alunos.

Apesar dos factores limitativos e consequentemente das dificuldades sentidas, os alunos realizaram três investigações experimentais, nas quais mobilizaram competências de investigação, entre outras. As de investigação passam pela selecção e formulação do problema bem como das hipóteses, planeamento do procedimento experimental, execução do procedimento por eles planeado, recolha e registo dos dados, análise e interpretação dos dados obtidos à luz do seu quadro teórico de referência, elaboração das conclusões, e ainda elaboração de um relatório escrito para apresentação oral à turma. Para além disto, na terceira investigação, fizeram também a selecção do próprio tema, dentro do qual iriam investigar. Mobilizaram também competências transversais como o trabalharem autonomamente e em grupo, a organização e controlo do tempo e a tomada de responsabilidade pela elaboração e condução de todo o processo investigativo.

Todas essas competências mobilizadas mais não são do que as características de uma investigação. Competências que, ao serem mobilizadas pelos alunos, com grande autonomia, confirmam tratar-se de actividades experimentais, de elevado grau de abertura, como já referimos na primeira parte do estudo.

A segunda investigação, segundo afirmam os alunos, foi mais fácil, uma vez que já tinham realizado uma primeira e devido ao *feedback* que receberam da professora. Já a partir da segunda investigação, os alunos sentiram necessidade de planearem melhor o trabalho antes de partirem para a execução do plano de investigação. Assim, debruçaram-se mais na construção do plano de investigação. Introduziram no plano de investigação a formulação de questões e/ou hipóteses em termos investigáveis. Houve uma melhor organização em todo o processo, dedicando mais tempo à construção do plano de investigação, traduzindo-se numa diminuição das dificuldades. Efectuaram uma maior pesquisa bibliográfica, no sentido de melhorarem a sua fundamentação teórica, o que se traduziu numa melhor relação teoria/prática e se reflectiu numa melhor interpretação dos resultados e numa melhor aproximação das conclusões da investigação a uma resposta ao problema formulado.

Na terceira investigação realizada já existiu uma apreciação crítica dos resultados e procedimentos, como no caso do grupo B, ao apontar as limitações ao seu estudo. O grupo A sugeriu novas investigações, com o fim de aprofundar o estudo por eles realizado. Já o grupo C alterou a nomenclatura da Introdução, passando a designá-la de Fundamentação teórica.

A análise das informações recolhidas permite-nos afirmar que, apesar de só terem realizado três investigações, existiu uma evolução no desempenho dos alunos, no que se refere às capacidades investigativas. Para além dos já acima mencionados, são também indicadores dessa evolução o facto de, ao longo das três investigações, se verificar existir uma evolução positiva das classificações dadas pela professora aos relatórios elaborados pelos alunos. Concluimos assim, e no que respeita ao segundo objectivo deste estudo, que existe uma relação entre o trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento de competências científicas de investigação. Este tipo de trabalho desenvolve nos alunos competências de investigação.

Vamos agora comparar quais as potencialidades apontadas pelos alunos aos dois tipos de trabalho experimental, considerando para essa comparação o trabalho usualmente realizado nesta disciplina e com base num protocolo pré-definido e o de investigação em laboratório, realizado no âmbito deste estudo. Na realização das investigações, é-nos referido pelos alunos como vantajoso o desenvolvimento das competências por eles mobilizadas. É importante o desenvolvimento dessas competências de investigação, pois permitem-lhes conhecer como funciona a Ciência, bem como praticá-la, adquirir e desenvolver conhecimento tácito, desenvolver capacidades de resolução de problemas, desenvolver o pensamento, apreender conteúdos, adquirir treino para seguir para o Ensino Superior e para uma carreira profissional futura e até mesmo ajudá-los na sua formação como pessoa. Muitas destas razões apontadas pelos alunos são também as consideradas pelos diferentes autores, quando estes se referem ao trabalho experimental de investigação e já por nós referidos na primeira parte deste estudo. Quanto às competências transversais, a maioria dos alunos referem a autonomia que possuíram nos diferentes momentos, o que é uma das características de uma investigação, a grande abertura durante o seu desenvolvimento, no problema, no plano e execução da mesma, nas possíveis soluções para o problema. Esta perspectiva é coincidente com Gott e Duggan (1996), que afirmam que é característica deste tipo de actividade dar aos alunos autonomia para seguirem as suas próprias ideias e estruturarem o seu próprio trabalho prático. Aparece também como vantagem o desenvolvimento da responsabilidade, o aprenderem a trabalhar em grupo, o poderem desenvolver a autoconfiança, o espírito de iniciativa, e a utilização da imaginação e da criatividade. As duas últimas são principalmente referidas relativamente à terceira investigação, onde não existia um tema proposto pela professora.

No que respeita ao trabalho experimental normalmente realizado, a responsabilidade é a única competência transversal a ser referida como possível de desenvolver. Os alunos que apontam o desenvolvimento de competências científicas como potencialidade do trabalho experimental, fazem-no no que se refere à aquisição de experiência em técnicas laboratoriais, ou seja, referem-se a competências práticas de manipulação. Afirmam também que, com o trabalho prático laboratorial que realizam, aprendem o que é o trabalho experimental e uma investigação científica laboratorial. Ora, se o trabalho com protocolo tem as características já descritas e os alunos afirmam aprender métodos científicos, compreende-se que a sua ideia de actividade científica é distorcida. A Ciência é vista como rígida e a resposta como única.

Ainda no que se refere ao trabalho experimental que vinham realizando, verificou-se que a maioria das respostas dos alunos indicava que este servia para verificar e ilustrar na prática o que aprenderam teoricamente. Posteriormente a terem realizado o trabalho experimental de investigação, verifica-se que apenas três alunos são dessa opinião. Esta mudança de opinião vai ao encontro do que afirma Kirschner (1992), de que o trabalho prático é mais adequado para desenvolver competências do que ilustrar conceitos.

Para a tarefa ser motivante a resposta não deve ser conhecida de antemão. Daí que na categoria - Motivação - as respostas mostrem que não é o tipo de actividade que motiva em si, mas somente a possibilidade de contacto com a realidade, com a natureza, vendo como as coisas acontecem e que, de outra forma, não viam. O experienciar os fenómenos de Kirschner (1992). Nenhuma das respostas dadas se enquadrava na categoria - Desafio. Estes resultados são indicadores de que, dadas as características do trabalho experimental que os alunos habitualmente realizam, ele não motiva e muito menos desafia.

Para o trabalho experimental de investigação, ao contrário do que aconteceu no caso anterior, o número de razões apontadas para o facto de este tipo de actividade os motivar, aumentou. Segundo os alunos, a motivação existiu, por ser uma aula diferente das usuais, logo foi mais interessante, mas também o facto de terem tido contacto com material biológico. Deveu-se a motivação, também à autonomia e independência que lhes foi dada e ao poderem verificar que no trabalho laboratorial se podem conciliar tarefas mais 'rotineiras' com o uso da criatividade. A partir deste último aspecto referido, parece-nos podermos inferir que começou a existir por parte dos alunos a compreensão da natureza da actividade científica, (existência de uma parte criativa).

Tratando-se de alunos mais velhos, 12º ano, no nosso caso alunos com idades compreendidas entre 16 e 19 anos, que se encontram numa idade em que constroem a sua individualidade, as actividades não muito estruturadas aumentam o interesse. Esta motivação tem várias consequências para a aprendizagem dos alunos. Aumenta-lhes o interesse pelas aulas, o que, por sua vez, os influencia na sua aprendizagem, levando-os a aprender melhor. Muda-lhes a sua opinião sobre esta disciplina e o próprio trabalho laboratorial. Pode ajudá-los na decisão por uma possível carreira profissional, nomeadamente ao desenvolver-lhes o gosto pela investigação.

As investigações realizadas partiram de problemas do interesse dos alunos. Como refere Watts (1994, citado por White 1996), ao tratar de problemas reais, motiva-se e envolvem-se mais os alunos na aprendizagem da Ciência, mostrando-lhes que a Ciência está directamente envolvida na vida das pessoas. A motivação necessária vem do aluno, sendo que o aluno dispõe de considerável autonomia e independência (Woolnough, 1994).

Como escreve Hodson (1994), citando Ebenezer e Zoller (1993), Bliss (1990), e Watts e Ebbutt (1988), os alunos gostam de ter suficiente controlo e independência nas actividades que realizam. Os alunos gostam do desafio cognitivo, desde que adequado à sua idade. A investigação, sem resposta única, e com algum grau de dificuldade, torna-se um desafio para o aluno. Na verdade, segundo os alunos, o facto de ser um método diferente, permitindo a resolução de problemas por eles propostos e dando resposta a dúvidas suas, o facto de terem de se esforçar mais e de pensar de outras formas, tornou-se um desafio.

Foram apontadas pelos alunos, de forma mais notória, respostas referentes à motivação e desafio, quando se referiram à terceira investigação. Consideraram-na melhor pelo maior grau de abertura, nomeadamente no que se refere à utilização e desenvolvimento de competências como a imaginação, a criatividade, o raciocínio e a autoconfiança, o aumento da motivação e o desafio, dada a possibilidade de investigar assuntos da sua preferência.

CONCLUSÃO GERAL

1. Conclusões do estudo

Pretendemos, com este estudo, contribuir para uma melhor compreensão de como pode o trabalho experimental de investigação influenciar o desenvolvimento de competências científicas nos alunos, particularmente na disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia. Partimos da seguinte questão de investigação: o trabalho experimental de investigação influencia o desenvolvimento de competências científicas no aluno? Estabeleceram-se como objectivos da presente investigação, analisar e compreender as dificuldades e vantagens apresentadas pelos alunos, ao realizarem trabalho experimental de investigação, compreender se este tipo de trabalho conduz ao desenvolvimento de determinadas competências científicas e propor novas abordagens para a utilização do trabalho experimental no ensino da Biologia. Estes foram os objectivos que orientaram a estrutura e o conteúdo do trabalho apresentado.

Na primeira parte deste estudo, incluímos o enquadramento teórico do presente trabalho de investigação, que dividimos em três capítulos. Abordámos várias perspectivas sobre a educação em ciências. Definimos conceitos necessários a este estudo, como o de trabalho experimental de investigação, aprendizagem e competência. Foram ainda analisadas diferentes classificações de vários autores para o trabalho experimental. Procuramos descrever o tipo de trabalho experimental que se pratica hoje nas escolas, tendo constatado que não é realizado de forma a contribuir para uma aprendizagem significativa da Ciência. Os, ainda, poucos estudos realizados no nosso país, apontam para que a prática não é consentânea com as ideias defendidas por diversos autores, nem com as finalidades constantes do programa da disciplina, proposto no contexto da reforma educativa.

No que respeita ao trabalho experimental de investigação, analisámos as suas características, condicionalismos, potencialidades e consequente função na aprendizagem da Ciência. Hoje, o trabalho experimental de investigação é visto como uma estratégia de ensino/aprendizagem que considera os alunos construtores activos de conhecimento, permitindo uma aprendizagem realmente centrada no indivíduo. Trata-se de uma estratégia que leva à compreensão dos conteúdos científicos, a uma aprendizagem do conhecimento procedimental e a uma compreensão da natureza da actividade científica. Além disso, fomenta o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo e da capacidade de resolução de

problemas. De igual modo, desenvolve competências transversais como a responsabilidade, a autonomia, o espírito de iniciativa e o trabalhar em grupos, entre outras.

A segunda parte diz respeito à metodologia do trabalho empírico. Abordámos questões epistemológicas/metodológicas relativas a investigação na Educação. Justificámos o porquê de recorrermos a uma metodologia compreensiva/interpretativa numa abordagem multimetodológica. Descrevemos o contexto deste estudo, bem como o plano de investigação. Explicitámos ainda as técnicas e instrumentos de recolha de dados, assim como o método que utilizámos para a sua análise. Em suma, descreveu-se todo o caminho heurístico por nós percorrido.

Por último, a terceira parte centrou-se na contribuição empírica da presente investigação. Nela inclui-se a análise dos dados recolhidos do questionário, das entrevistas, da observação de aulas e de vários documentos, visando atingir cada um dos objectivos deste estudo. Na conclusão desta terceira parte, são apresentadas as principais conclusões relacionadas com as questões e objectivos de investigação que constituíram o nosso ponto de partida. É de salientar que verificámos existir evolução no desempenho dos alunos ao longo das três investigações realizadas, nomeadamente na mobilização de competências científicas de investigação, as que usualmente não mobilizavam no tipo trabalho experimental que realizavam. Apontámos os indicadores dessa evolução.

Tendo considerado importante o desenvolvimento das competências científicas de investigação, os alunos apontam razões que convergem com as potencialidades referidas pelos autores citados no nosso quadro teórico. Elas passam pelo desenvolvimento do pensamento, da resolução de problemas, até à aprendizagem da Ciência nos seus distintos componentes: aprender a investigar, compreender a natureza da actividade científica e compreender os conteúdos científicos. Referem também a consequente preparação para o prosseguimento de estudos no ensino superior e/ou carreira profissional. Consideram ainda que o desenvolvimento das competências de investigação os poderia ajudar na sua formação enquanto pessoa, nomeadamente o aprenderem a questionar-se a si próprios e a tudo o que os rodeia.

Durante a análise dos dados, surgem também referências a competências transversais como potencialidades a desenvolver na realização de trabalho experimental de investigação. A maioria dos alunos refere a autonomia, mas aparecem também como vantagens, a responsabilidade, o aprenderem a trabalhar em grupo, o poderem desenvolver a autoconfiança,

o espírito de iniciativa, a imaginação e a criatividade. Estas duas últimas competências são principalmente referidas no que se refere à terceira investigação, onde o facto de não existir um tema proposto pela professora lhes permitiu um maior grau de abertura. As competências apontadas, científicas e transversais, mais não são do que as características de um trabalho experimental de investigação.

Efectuámos uma comparação entre o trabalho experimental que os alunos realizam normalmente nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia e o de investigação. A maioria dos alunos considera que o trabalho experimental com protocolo tem como função ilustrar conhecimentos, verificar a teoria. Já para a investigação, para além do desenvolvimento de competências já acima referido, e principalmente no que diz respeito à terceira investigação, são referidos a motivação e o desafio.

As competências científicas e transversais apontadas são importantes para os alunos que prosseguem carreiras na área científica, caso dos alunos que constituíram a nossa amostra, mas também para o cidadão em geral. Vivendo-se num mundo onde a Ciência e a Tecnologia são uma realidade omnipresente, há necessidade de cada cidadão estar bem informado e preparado para a sociedade, onde tem de permanentemente tomar decisões, resolver problemas e para o mundo do trabalho, onde surgem constantemente novos empregos, novas funções, novas exigências. É importante o desenvolvimento das competências, quer científicas, quer transversais para o desenvolvimento social, pessoal e profissional, em suma para o desenvolvimento integral do aluno.

Foram ainda apontadas as dificuldades apresentadas pelos alunos na realização das investigações experimentais. Elas existiram quando foi necessário mobilizar as competências que usualmente não mobilizam, curiosamente aquelas competências que os alunos consideraram como vantajosas de desenvolver, tais como seleccionar e formular um problema e uma hipótese, planear uma experiência, interpretar os resultados e elaborar as conclusões. Apontam dificuldades igualmente na organização e no controlo do tempo. Foi apontada como principal razão para estas dificuldades, o tipo de trabalho experimental usualmente realizado nas aulas desta disciplina. Foram ainda referidas como justificação as condicionantes escolares e curriculares como a falta de material e de tempo. Estas dificuldades, são também apontadas pelas professoras, quando referem o porquê de não realizarem trabalho experimental de investigação nas suas aulas. As professoras apontam, também, a avaliação, o programa, o espaço, o elevado número de alunos por turma e as estratégias de ensino/aprendizagem

utilizadas em outras disciplinas. Opinaram, alguns alunos, ser difícil a realização nas aulas de investigações experimentais, devido ao programa, à forma de avaliação e à falta de articulação entre as disciplinas de formação específica e de formação técnica.

As duas professoras partilham com os alunos a opinião de que a dificuldade reside na avaliação. Existe falta de tempo, pois há a necessidade de cumprir o programa dado o tipo de avaliação que vão ser sujeitos os alunos no fim do 12º ano. Além disso, tanto a professora dos anos anteriores como os alunos apontam igualmente como dificuldade o próprio conteúdo programático da disciplina para além da avaliação final a que são sujeitos.

À luz da revisão curricular em curso, estas questões são ainda mais pertinentes na perspectiva de que é urgente acelerar o repensar do programa da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia e o tipo de avaliação que vigora nesta mesma disciplina.

Não nos devemos esquecer, contudo, que a principal razão das dificuldades apontadas pelos alunos foi o tipo de trabalho experimental que estavam habituados a realizar normalmente nas aulas, independentemente de factores relacionados com as condicionantes escolares. No caso de Técnicas Laboratoriais de Biologia e em geral, o professor de ciências pode facilitar a aprendizagem da Ciência nos seus distintos componentes, repensando a forma de abordagem do programa, como vai leccionar a disciplina e a escolha das estratégias de ensino/aprendizagem a que vai recorrer.

Para agir é necessário ter conhecimento. Não querendo generalizar, pensamos, no entanto, poder dar um contributo para ajudar a compreender a relação entre o trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento de competências científicas de investigação. O nosso contributo vai ainda no sentido de ajudar a tomar conhecimento das perspectivas dos próprios sujeitos alvo do ensino/aprendizagem da Ciência, no que se refere às vantagens e dificuldades por estes sentidas na realização de trabalho experimental de investigação. Sendo, assim, pensamos que o nosso estudo pode constituir um passo importante no sentido de alcançar essa compreensão.

2. Implicações pedagógicas

Propomos então, face aos resultados obtidos neste estudo, novas abordagens na utilização do trabalho experimental no ensino da Biologia, com especial relevância para as seguintes recomendações:

A adopção deste tipo de trabalho experimental nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia (ainda que face à sua possível integração na disciplina de componente específica prevista na revisão curricular em curso), no intuito de seguir uma via para que o ensino experimental de qualidade constitua uma realidade nas escolas secundárias. Este tipo de trabalho contribui para uma melhoria da educação científica e proporciona aos alunos condições para a aprendizagem significativa das ciências. Proporciona-lhes uma formação numa perspectiva da cidadania, fomentando o desenvolvimento pessoal, sócio-profissional e cultural dos alunos.

Recomendamos vivamente a utilização nas aulas de trabalho experimental de investigação, embora não defendamos o uso exclusivo deste tipo de abordagem. O professor deve articular os vários tipos de trabalhos experimentais, dependendo a sua escolha dos objectivos que se pretendem atingir. No entanto, não podemos continuar a praticar exclusivamente actividades manipulativas, desenvolvendo apenas as competências práticas. É necessário ir mais longe. Aprender Ciência é mais do que aprender técnicas. É necessário alterar as práticas, de modo a que deixem de ser meros exercícios de verificação ou de ilustração de conhecimentos e a que passem a constituir verdadeiras situações problemáticas abertas. Os alunos no 12º ano, frequentaram já dois anos de Técnicas Laboratoriais de Biologia, onde aprenderam técnicas de laboratório, estão numa idade em que necessitam de actividades com um certo grau de autonomia e responsabilidade, que lhes proporcione um desafio, de forma a motivá-los e a criar-lhes o gosto por prosseguir uma carreira científica, ajudando-os a desenvolverem-se integralmente, quer no campo pessoal, quer sócio-profissional.

Outro aspecto que se prende com o anterior, e que deve ser uma prioridade a ter em conta, é a necessidade de formar os professores. Eles são os construtores do futuro, e ao mudarem as suas práticas, implementado este tipo de trabalho nas suas aulas, contribuem, em primeira mão, para a formação dos alunos enquanto cidadãos, despertos para a Ciência. O programa não deve ser limitador da acção do professor, devendo ser tomado como um quadro de referência que pode e deve ser influenciado pelas reflexões acerca da sua prática pedagógica.

Verificámos, contudo, que é necessário que ocorram determinadas mudanças para que se criem as condições favoráveis, para que seja possível a implementação nas escolas deste tipo de trabalho experimental. Não basta incluir nos programas este tipo de estratégia de ensino/aprendizagem. É necessário dar mais recursos materiais e humanos às escolas e repensar o tipo de avaliação hoje aplicado. É necessário também articular, ou mesmo integrar, a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia com a de Biologia e a de Ciências da Terra e da Vida. O professor não devia trabalhar isoladamente, centrado na sua própria disciplina e os programas deveriam permitir a articulação de conteúdos das diferentes disciplinas, permitindo a articulação teoria/prática.

Sentimos a necessidade de propor o desenvolvimento de intercâmbio entre ensino superior e as escolas secundárias, nomeadamente ao nível da divulgação dos trabalhos de investigação que aí se realizam, permitindo ao professor aprofundar conhecimentos, mudar práticas pedagógicas à luz dos resultados de novas investigações.

Além disso, os autores dos manuais escolares podem e devem ter um papel importante, ao introduzirem propostas de actividades de investigação nos mesmos, pois que eles servem de orientação aos professores.

Algumas das recomendações aqui expostas vão no sentido do referido por vários autores que, entre nós, se preocupam com a problemática da formação de professores relativamente ao trabalho experimental, e vêm, assim, reforçar muito do que têm sido dito sobre a formação de professores. Esperamos que as recomendações resultantes deste estudo possam ser mais um contributo no sentido de influenciar os responsáveis tutelares, os investigadores e os professores em geral.

3. Novas linhas de investigação

Aprofundadas que foram as questões donde partimos, atingidos os nossos objectivos, percorrido o caminho heurístico e face aos resultados obtidos, apresentamos agora novas linhas de investigação e de intervenção, de forma a melhor compreender a relação entre trabalho experimental de investigação e o desenvolvimento do aluno. Parece-nos relevante a realização de mais estudos, à semelhança deste, com mais turmas e em diferentes escolas, estudos mais prolongados (estudo longitudinal) e em diferentes conteúdos programáticos, no sentido de enumerar as dificuldades do professor e dos alunos, de modo a contribuir para a

formação de professores e a conhecer qual a melhor forma de ensinar explicitamente os alunos a investigar.

Os resultados do nosso estudo mostram ser possível a realização de trabalho experimental de investigação com alunos de 12º ano. Cremos ser possível a realização deste tipo de trabalho com alunos de níveis diferentes de ensino, como demonstra o trabalho realizado no 1º ciclo do ensino básico por Sá (1996). É assim de investigar esta possibilidade nos 2º e 3º ciclos, verificando para cada um deles, as dificuldades e desempenho dos alunos bem, como as potencialidades por eles apontadas.

Uma outra via possível para novos estudos prende-se com a análise em pormenor das investigações efectuadas pelos alunos nas aulas, para avaliar, por exemplo, perante que tipos de investigação estamos (Wellington, 1994) e/ou que tipo de problemas formulam.

Analisámos as opiniões dos alunos e o seu desempenho na realização de trabalho experimental de investigação. O papel do professor é obviamente indissociável de todo este processo. Assim, e como consequência do nosso estudo, verificámos ser necessário a formação de professores. Pensamos que ela não passa tanto por cursos teóricos, mas por uma reflexão sobre as suas próprias práticas, organizando grupos de trabalho, que permitam trocas de experiências e reflexões sobre possíveis estratégias de ensino/aprendizagem, a utilizar nas suas aulas. Esperamos que, nesse sentido, a abordagem realizada no nosso estudo sirva de ponto de partida para outras. Para além dos resultados deste estudo, e também consequência da experiência da investigadora enquanto professora, parece-nos importante colocar a hipótese de que a formação científica inicial dos professores, no domínio da Biologia, poderá incluir actividades de investigação. Explorar a pertinência destas hipóteses e pesquisar até que ponto poderão elas contribuir para a mudança das práticas do professor, de outro modo de estar a nível pedagógico e didáctico e para a transformação e melhoria do ensino de trabalho experimental nas escolas, poderá constituir uma linha de investigação a considerar.

Era objectivo do nosso trabalho vêr o desenvolvimento de competências científicas, nomeadamente as de investigação. Mas surgiram, também da análise dos dados, outras potencialidades referidas pelos alunos, como sejam, o desenvolvimento das competências transversais e uma melhor aprendizagem de conteúdos. Assim, poderia ser uma linha a explorar, o verificar da evolução das competências transversais na realização de uma sequência de investigações realizada pelos alunos, ou, por outro lado, o conhecer a relação do trabalho experimental de investigação e a aprendizagem de conceitos dentro de diversos temas, tomando por exemplo, os deste estudo: sistema nervoso e coordenação neuro muscular.

Um outro aspecto que poderia ser aprofundado, e que é afluído no nosso estudo, prende-se com as concepções alternativas dos alunos. Será necessário investigar a influência do trabalho experimental de investigação na mudança das mesmas relativamente aos conceitos científicos.

Enquanto que com o trabalho experimental normalmente realizado nas aulas de Técnicas Laboratoriais de Biologia, a Ciência era vista como rígida, com um método estático, sequencial, já para o de investigação existiu a opinião de que ele permite o uso da criatividade, a par com uma parte mais rotineira, implicando o trabalho em grupo. Os alunos parecem começar a compreender a natureza da actividade científica. Explorar esta hipótese e verificar até que ponto este tipo de trabalho experimental influencia nos alunos a compreensão da actividade científica é uma outra linha a explorar.

A metodologia de trabalho de grupo é a mais aconselhável a uma actividade de investigação. Assim, uma outra via de investigação, passível de explorar, é analisar as interacções existentes e o seu contributo a nível do desempenho global do grupo, sendo, neste caso, a unidade de análise o grupo de trabalho e não o aluno isoladamente.

São muitos os desafios que hoje se colocam aos alunos. As exigências da sociedade, do mercado profissional, entre outros, obrigam ao desenvolvimento de várias competências. Os alunos têm o direito de serem bem preparados, promovendo-se o desenvolvimento das suas potencialidades. Aqui, o papel da escola como instituição e o do professor, enquanto agente do processo educativo, são da maior relevância. O professor está constantemente a ser desafiado, é responsável por preparar os seus alunos para a sociedade em que vivemos. Torna-se, pois, necessário repensar as práticas, de forma a atingir os objectivos da educação em geral e da educação em ciências em particular. Cabe também à tutela, aos responsáveis pelos currículos, à escola, entre outros, trabalhar no sentido de criar as condições necessárias para que isso se torne realidade.

Desejamos que este estudo produza um efeito encorajador e que os professores tomem conhecimento de experiências como esta. É importante saber ler nas palavras dos alunos as vantagens por eles apontadas a este tipo de trabalho experimental e saber que, quando lhes é dada a oportunidade, os alunos são capazes de realizar investigações com autonomia. Os alunos gostam de pensar, de desafios. Isso deve induzir o professor a repensar as suas práticas, na forma como explora o trabalho experimental nas aulas e, levá-lo, apesar dos

condicionalismos existentes na escola, a que tenha vontade de os superar. O professor pode e deve inovar, realizando trabalho experimental de investigação com os seus alunos. Trata-se de um profissional que possui uma margem considerável de autonomia pedagógica e institucional. Deve ser o professor um agente de mudança, não se limitando ao estrito cumprimento do programa e dos manuais auxiliares, envolvendo-se em projectos pessoais e profissionais no sentido da inovação curricular.

Para concluir, desejamos que o nosso estudo possa ter contribuído para a compreensão do papel do trabalho experimental na educação em ciências, e que permita a realização de novas investigações dentro desta problemática, de forma a melhorar o ensino da Biologia e contribuir para o desenvolvimento integral do aluno.

BIBLIOGRAFIA

- ALBARELLO (L.), DIGNEFFE (F.), HIERNAUX (J), MAROY (C.), RUQUOY (D.) e SAINT-GEORGES, 1997, *Práticas e Métodos de Investigação em Ciências Sociais*, Lisboa, Gradiva.
- ALMEIDA (A.M.), 1995, *Trabalho Experimental na Educação em Ciência: Epistemologia, Representações e Prática dos Professores*, Tese de Mestrado em Ciências da Educação, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova, Monte da Caparica.
- ALMEIDA (A.M), 1996, *Metodologias de Investigação em Ciências de Educação-Questões Epistemológicas*, VII Colóquio Nacional de L'AIPELF/AFIRSE, Fac. de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade de Lisboa.
- ALMEIDA (J.F.) e MADUREIRA PINTO (J.), 1986, Da teoria à investigação empírica. Problemas metodológicos gerais, in SILVA (A.S.) e MADUREIRA PINTO (J.) (Org.), *Metodologia das Ciências Sociais*, Porto: Edições Afrontamento.
- ANDERSON (G), 1990, *Fundamentals of Educational Research*, London, Falmer Press.
- ARNAL (J.), RINCÓN (D.) e LATORRE (A.), 1994, *Investigación Educativa. Fundamento y metodología*, Barcelona, Labor Universitaria.
- ASOKO (H.), LEACH (J) e SCOTT (P.), 1993, Learning Science in HULL (R.) (Ed.), *ASE Secondary, Science Teachers' Handbook*. The Association for Science Education.
- ASTOLFI (J.P.); DEVELAY (M.), (1989), *La Didatique des Sciences*, Col. Que sais-je?, Paris: PUF.
- AUSUBEL (D.P.), NOVAK (J.D.) e HANESIAN (H.), 1978, *Psicologia Educacional*, Rio de Janeiro, Editora Interamericana Ltd..
- BARATA (J.) e AMBRÓSIO (T.), 1988, *Desafios e Limites da Modernização*, Lisboa: I.E.D.

BARBERÁ (O.) e VALDÉS (P.), 1996, El Trabajo Práctico en la Enseñanza de las Ciencias: Una Revisión, in *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 14, nº 3, 365-379.

BARDIN (L.), 1994, *Análise de Conteúdo*, Lisboa, Edições 70.

BARON (J.B.) e STERNBERG (R.J.), 1987, *Teaching Thinking Skills: Theory and Practice*, New York, W.H. Freeman and Company.

BELL (J.), 1997, *Como realizar um projecto de investigação. Um guia para a pesquisa em ciências sociais e da educação*, Lisboa, Gradiva.

BELTRÁN (J.), 1996, *Processos, Estratégias y Técnicas de Aprendizage*, Madrid, Editorial Síntesis.

BLACK (S.L.), 1996, General Chemistry Laboratory-Scientific Inquiry, in *Journal of Chemical Education*, Vol. 73, Nº8, 776-778

BLACK (P.), 1993, The purposes of science education, in WHITELEGG (E.), THOMAS (J.) e TRESMAN (S.) (Ed.) *Challenges and Opportunities for Science Education*, London, Paul Chapman Pub. Ltd..

BOGDAN (R.) e BIKLEN (S.), 1994, *Investigação Qualitativa em Educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*, Porto, Porto Editora.

BONITO (J.), 1999, Da importância do Ensino das Geociências: Algumas razões para o "Ser" Professor de Geociências in *Metodologia do ensino das ciências. Investigação e Prática dos Professores*, Secção de Educação, Departamento de Pedagogia e Educação, 41-56, Évora, Universidade de Évora.

CACHAPUZ (F.) (Coor.), 1992, *Ensino das Ciências e Formação de Professores* Nº1, Projecto MUTARE, Aveiro, Universidade de Aveiro.

CACHAPUZ (A.), MALAQUIAS (I.), MARTINS (I.P.), THOMAZ (M.F.) e VASCONCELOS (N.), 1989, *O Trabalho Experimental nas Aulas de Física e Química: uma Perspectiva Nacional*, Gazeta da Física, Vol. 12, Fasc.2, 65-69.

CANÁRIO (R), 1986, Os estudos sobre a escola: problemas e perspectivas, in *O Estudo da Escola*, ESTRELA (M.T) e ESTRELA (A) (Org), Porto, Porto Editora, 121 - 149.

CAVENDISH (S.) et al., 1990, *Observing Activities*, London, Paul Chapman Publishing Ltda.

CID (F), 1996, Kuhn e a evolução da ciência, in *Revista Aprender*, nº 20, 45 - 58, Portalegre: Escola Superior de Educação de Portalegre.

COHEN (L) e MANION (L), 1994, *Research Methods in Education*, Routledge.

COSTA, 1991, *Developing minds: A Resource Book For Teaching Thinking*, Assoc. for Supervision and Curric. Development.

DANA (T.M.), LUNETTA (V.), FONSECA (J.M.B.) e CAMPBELL (L.M.), 1998, A Formação de professores de Ciências e a Reforma: Perspectiva Internacional e a Realidade Portuguesa in *Revista da Educação*, Vol.VII, Nº2, 115-128, Departamento de Educação da F.C. da U. L.

DEBOER (G.E.), 1991, *A History of Ideas in Science Education. Implications for practice*, New York, Teachers College Press.

DELORS (J.) (org.), 1996, *Educação um tesouro a descobrir*, Porto: Edições Asa.

DREYFUS (A.), 1993, Selecting Appropriate Strategies for Laboratory Teaching: a Problem in Teacher Training in *European Journal of Teacher Education*, vol. 16, Nº 3, 257-270.

ERIKSON (F.), 1986, Qualitative Methods in Research on Teaching in *Handbook of Research on Teaching*, A project of the American Educational Research Association, New York, Ed. Wittrock (M.C.), Macmillan Publishing company.

FENSHAM (P.), 1988, *Development and Dilemmas in Science Education*, London, The Falmer Press.

FAIRBROTHER (B.), 1989, Problems in the assessment of scientific skills in WELLINGTON (J.) (Ed.), *Skills and Processes in Scienc Education*, London, Routledge.

FROST, (J.), 1995, *Teaching Science*, London, The Woburn Press.

GALL (M.D), BORG (W.R) e GALL (J.P), 1996, *Educacional Research. An Introduction*, USA, Longman Publishers.

GAGLIARDI (R.), 1994, Quelques Tendances de l' Enseignement des Sciences en Europe in GAGO (J.M), *O Futuro da Cultura Científica. The Future of Scientific Culture*, Lisboa: Instituto de Prospectiva.

GARDNER (M.), 1991, Science Education: A Global Perspective, in *The Science Teacher*, Vol. 58, Nº 35, 46-47.

GETAP, 1992, *Do Ensino Técnico-Profissional aos Cursos Tecnológicos*, Porto, Autor.

GETAP, 1993, *Técnicas Laboratoriais de Biologia - Bloco III : Programa*, Porto, Autor.

GIL PÉREZ (D.), 1996, New trends in science education, in *International Journal of Science Education*, Vol. 18, Nº8, 889-901.

GIL PÉREZ (D.), 1994, Diez años de Investigación en Didáctica de las Ciencias: Realizaciones y Perspectivas, in *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 12, Nº 2, 154-164.

GIL PÉREZ (D.), 1993, Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, in *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 11, Nº 2, 197-212.

GIL PÉREZ (D.) e CASTRO (V.), 1996, La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo, in *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 14, Nº 2, 155-163.

GIL PÉREZ (D.) e CARRASCOSA (J.), FURIÓ (C.) e MARTÍNEZ-TORREGROSA (J.), 1991, *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*, Horsori, Barcelona.

GÓMEZ (A.P.), 1992, O pensamento prático do professor: A formação do professor como profissional reflexivo, in NÓVOA (A.) (Coord.), *Os professores e a sua formação*, Lisboa, Pub. D. Quixote e Instituto de Inovação Educacional, 95-114.

GOTT (R.) e DUGGAN (S.), 1996, Practical Work: its role in the understanding of evidence in science, in *International Journal of Science Education*, Vol. 18, Nº 7, 791-806.

GOTT (R.) e MASHITER (J.), 1994, Practical work in science. A task-based approach? in LEVINSON (R.), *Teaching Science*, London: The Open University.

GRIFFIN (J.), 1998, Learning science through practical experiences in museums, in *International Journal of Science Education*, Vol. 20, Nº6, 655-663.

HARLEN (W.), 1993, Education for equal opportunities in a scientifically literate society in WHITELEGG (E.), THOMAS (J.) e TRESMAN (S.) (Ed.) *Challenges and Opportunities for Science Education*, London, Paul Chapman Pub. Ltd..

HARLEN (W.), 1992, *The Teaching of Science*, London, David Fulton Publishers.

HODSON (D.), 1998, Taking Practical Work Beyond the Laboratory, in *International Journal of Science Education*, Vol. 20, Nº629-632

HODSON (D.), 1996, Practical Work in school science: exploring some directions for change, in *International Journal of Science Education*, Vol. 18, Nº 7, 755-760.

HODSON (D.), 1994, Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, in *Enseñanza de las Ciencias*, Vol.12, Nº3, 299-313.

- HODSON (D.), 1992, Assessment of Practical Work. Some Considerations in Philosophy of Science, in *Science & Education*, Vol. 1, 115-144.
- HODSON (D.), 1990, A Critical Look at Practical Work, in *School Science Review*, Vol. 70, N°256, 33-40.
- HODSON (D.) e BENCZE (L.), 1998, Becoming critical about practical work: changing views and changing practice through action research in *International Journal of Science Education*, Vol. 20, N°6, 683-694.
- HOFSTEIN (A.), 1988, Practical Work and Science Education II, in FENSHAM (P.) (Ed.) *Development and Dilemmas in Science Education*, London, The Falmer Press.
- HUDSON (T.), 1994, Developing pupil's skills, in LEVINSON (R), *Teaching Science*, London: The Open University.
- JORGE (M.M.), 1991, Educação em Ciência: perspectivas actuais, in OLIVEIRA (M.T.) (Coor.), *Didáctica da Biologia*, Lisboa: Universidade Aberta, 29-41.
- KEMPA (R.F.), 1991, Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies, in *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 9, N° 2, 119-128.
- KEYS (C.W.), 1997, An investigation of the relationship between scientific reasoning, conceptual knowledge and model formulation in a naturalistic setting, in *International Journal of Science Education*, Vol. 19, N°8, 957-970.
- KIRKHAM (J.), 1989, Balanced science: equilibrium between context, process, and content, in WELLINGTON (J.) (Ed.), *Skills and Processes in Science Education*, London, Routledge.
- KIRSCHNER (P.A.), 1992, Skills in Science Education, in *Science & Education*, Vol. 1, N° 3, 273-299.

KIRSCHNER (P.) e HUISMAN (W.), 1998, 'Dry laboratoires' in science education; computer-based practical work in *International Journal of Science Education*, Vol. 208, N°6, 665-682.

KLAININ (S.), 1988, Practical Work and Science Education I, in FENSHAM (P.) (Ed.) *Development and Dilemmas in Science Education*, London, The Falmer Press.

KUHN (D.), 1993, Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking, in *Science Education*, Vol. 77, N° 3, 319-337.

LAKATOS (E.M.) e MARCONI (M.A.), 1990, *Fundamentos de Metodologia Científica*, Editora Atlas S.A., São Paulo.

LAWSON (A.E.), 1994, Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales, in *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 12, N° 2, 165-187.

LEACH (J.), DRIVER (R.), MILLAR (R.) e SCOTT (P.), 1997, A study of progression in learning about 'the nature of science': issues of conceptualisation and methodology, in *International Journal of Science Education*, Vol. 19, N° 2, 147-166.

LERBET (G.), 1981, *Une Nouvelle Voie Personnaliste: Le Systeme-Personne*, Mesonance.

LEVINSON (R.) (Ed.), 1994, *Teaching Science*, Routledge.

LOCK (R.), 1990, Open-Ended, Problem-Solving Investigations-What do we mean and how can we use them? in *School Science Review*, Vol. 71, N°256, 63-72.

LOCK (R.), 1987, Practical Work in Foster (D.) e Lock (R.) (ed.), *Teaching Science* 11-13, Croom Helm, London.

LOPES (J.M.G.), 1994, *Supervisão do Trabalho Experimental no 3º Ciclo do Ensino Básico: Um Modelo Inovador*, Tese de Mestrado em Ciências da Educação, Aveiro, Universidade de Aveiro.

LUDKE (M.) e ANDRÉ (M.E.D.A.), 1986, *Pesquisa em Educação. Abordagens Qualitativas*, São Paulo, E.P.U..

LUNETTA (V.), 1991, Actividades práticas no ensino da ciência, in *Revista da Educação*, II(1), 81-90, Lisboa: Departamento da Educação da F.C.L. (trad.J.Marinha).

MARTINS (I. P.), 1999, *Literacia Científica: dos mitos às propostas*, Texto apresentado no VII Encontro Nacional - Educação em Ciências, Faro, Escola Superior de Educação, Universidade do algarve.

MARTINS (I. P.) e VEIGA (M.L.), 1999, *Uma análise do currículo da escolaridade básica na perspectiva da educação em ciências*, Lisboa, Instituto de Inovação Educacional.

MARZANO (R. J.), BRANDT (R.), HUGHES (C.), JONES (B.), PRESSEISEN (B.), RANKIN (S.) e SUHOR (C.), 1988, *Dimensions of Thinking: a Framework for Curriculum Instruction*, Assoc. for Supervision and Curric. Development.

MARZANO (R. J.) e COSTA (A. L.), 1988, Question: Do Standardized Tests Measure General Cognitive Skills? Answer: No in *Educational Leadership* Vol. 45, Nº 8, 66-85.

MERRIAM (S. B.), 1991, *Case study research In education, A qualitative approach*, Oxford: Jossey-Bass Pub.

MEYER (K.) e CARLISLE (R.), 1996, Children as experimenters, in *International Journal of Science Education*, Vol. 18, Nº 2, 231-248.

MIGUÉNS (M.), 1999, *O trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica*, Colóquio Ensino experimental e Construção de Saberes, Lisboa, Conselho Nacional da Educação.

MIGUÉNS (M.), 1991, Actividades práticas na educação em ciência: que modalidades?, in *Revista da Educação*, (14), 39-44, Lisboa: Departamento da Educação da F.C.L..

MIGUÉNS (M.), 1990, *Practical Activities in Portuguese 10-12 School Science: Teacher's Views and Practices*, Tese de Mestrado em Educação, Bristol, Universidade de Bristol.

MILLAR (R.), 1993, Science Education and Public Understanding of Science in HULL (R.) (Ed), *ASE Secondary Science teachers' Handboock*, Simon and Schuster Education.

MILLAR (R.), 1989, What is "Scientific Method" and can it be taught? in Wellington (J.), *Skills and Processes in Science Education-A Critical Analysis*, London, Routledge, 47-62.

MILLAR (R.) e WYNNE (B.), 1993, Public understanding of science: from contents to process in WHITELEGG (E.), THOMAS (J.) e TRESMAN (S.) (Ed.) *Challenges and Opportunities for Science Education*, London, Paul Chapman Pub. Ltd..

MILLER (J.D.), 1994, Scientific literacy: An updated conceptual and empirical review, in GAGO (J.M.) (Org.), *O Futuro da Cultura Científica. The Future of Scientific Culture*, Lisboa: Instituto de Prospectiva.

MORIN (E), 1984, *Sociologia*, Mem Martins, Publicações Europa- América.

NETO (A), 1995, *Diversidade e Cooperação Metodológica: um Imperativo na Investigação Educacional*, Lisboa, Projecto Dianóia-Departamento da Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa.

NOTT (M.), HALLAM (S.) e WELLINGTON (J.), 1996, When the black box springs open: practical work in schools and the nature of science, in *International Journal of Science Education*, Vol. 18, Nº 7, 807-818.

OLIVEIRA (M.T.), 1999, Trabalho Experimental e Formação de Professores, Colóquio Ensino experimental e Construção de Saberes, Lisboa, Conselho Nacional da Educação.

- OLIVEIRA (M.T.) (Coor.), 1991, *Didáctica da Biologia*, Lisboa: Universidade Aberta.
- OSBORNE (R.) e FREYBERG (P.), 1985, *Learning in Science. The implications of children's science*, New Hampshire, Heinemann Pub.
- PARDAL (L.) e CORREIA (E.), 1995, *Métodos e Técnicas de Investigação Social*, Porto, Areal Editores.
- PIRES (A.L.O.), ALVES (M.G.) e OLIVEIRA (M.T.), 1998, "Competências, processo de trabalho e de formação: à procura de uma coerência dinâmica" (?), Bruxelas, Projecto Whole.
- PIRES (A.), 1995, *Desenvolvimento pessoal e profissional: Um estudo dos contextos e processos de formação das novas competências profissionais*, Tese de Mestrado em Ciências da Educação, Monte da Caparica, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova.
- PIRES (A.L.O.), 1994, As Novas Competências Profissionais, in *Formar*, Nº10, 4-19.
- POPPER (K), 1992, *Em busca de um mundo melhor*, Lisboa, Editorial Fragmentos, Lda.
- PRAIA (J.F.), 1999, O Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências: contributos para uma reflexão de referência epistemológica, , Lisboa, Conselho Nacional da Educação.
- PRAIA (J.F.) e MARQUES (L.), 1998, O Trabalho Laboratorial (TL) em Geociências. Orientações Didácticas, in *Comunicar Ciência*, Nº1, lisboa, 6-7, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- QUIVY (R.) e CAMPENHOUDT (L.V.), 1992, *Manual de Investigação em Ciências Sociais*, Lisboa, Gradiva.
- RAMSDEN (P.) e HARRISON (B.), 1993, Teaching Science in HULL (R.) (Ed), *ASE Secondary Science Teachers' Handboock*, Simon and Schuster Education.

REIS (P.R.), 1996, As actividades práticas como instrumento de aprendizagem e avaliação em ciências, in *Revista Aprender* (20), 59-64, Portalegre: Escola Superior de Educação.

ROYER (J.M.), CISERO (C.A.) e CARLO (M.S.), 1993, Techniques and Procedures for Assessing Cognitive Skills, in *Review of Educational Research*, Vol. 63, Nº 2, 201-243.

RUBERTI (A.), 1994, Intervention à la Séance d'Ouverture, in GAGO (J.M), *O Futuro da Cultura Científica. The Future of Scientific Culture*, Lisboa: Instituto de Prospectiva.

RUSSEL (T.) e HARLEN (W.), 1990, *Practical Tasks*, London: Paul Chapman Pub.

SÁ (J.G.), 1996, Estratégias de Desenvolvimento do Pensamento Científico em crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico, Tese de Doutoramento, Braga, Universidade do Minho.

SÁ (J.) e VALENTE (M.O.), 1998, A Promoção do Pensamento Científico em Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico in *Revista da Educação*, VII(2), 165-177, Lisboa: Departamento da Educação da F.C.L..

SEGURA (C.S.), 1994, Los Procedimientos en el Aprendizaje de la Física, in *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 12, Nº 3, 400-405.

SHEPARDSON (D.P.), 1997, The Nature of Students Thinking in Life Science Laboratories, in *School Science and Mathematics*, Vol. 97, Nº1, 37-44.

SILVA (A.S.) e MADUREIRA PINTO (J.) (Org.), 1986, *Metodologia das Ciências Sociais*, Porto: Edições Afrontamento.

SILVA (I.M.), 1999, *O Trabalho Laboratorial em Biologia no Ensino Secundário. Das propostas curriculares às expectativas dos alunos*, Tese de Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Aveiro, Universidade de Aveiro.

SOLOMON (J.), 1994, Science Education and Culture in Britain: influences during the last ten years in GAGO (J.M.) (Org.), *O Futuro da Cultura Científica. The Future of Scientific Culture*, Lisboa: Instituto de Prospectiva.

SOUSA SANTOS (B.), 1989, *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*, Porto, Ed. Afrontamento.

STERNBERG (R. J.), 1992, *As capacidades intelectuais humanas*, Porto Alegre, Silian ed.

STERNBERG (R. J.), 1986, *Intelligence Applied. Understanding and increasing your intellectual skills*, Orlando, HBJ.

TAMIR (P.) e ROVIRA (M.P.G.), 1992, Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña, in *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 10, Nº 1, 3-12.

TRINDADE (V.M.), 1996, A Educação em Ciências: algumas reflexões in *Revista de Educação*, V.5, Nº1, 127-132, Lisboa, Faculdade de ciências da Universidade de Lisboa.

VALA (J.), 1986, A análise de conteúdo, in SILVA (A.S.) e MADUREIRA PINTO (J.) (Org.), 1986, *Metodologia das Ciências Sociais*, Porto: Edições Afrontamento.

VALENTE (M.O.), 1996, O Ensino das Ciências em Portugal in *Revista de Educação*, V.5, Nº1, Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa, 103-104.

VALENTE (M.O.) e NETO (A.J.), 1997, Aprender a pensar e resolução de problemas: um estudo de orientação metacognitiva em aulas de física do ensino secundário in *Revista de Educação*, V. VI, Nº2, Fac. de ciências da Univ. de Lisboa, 25-40.

WELLINGTON (J.), 1994, *Secondary Science. Comtemporary Issues and Practical Approaches*, London, Routledge.

WELLINGTON (J.) (Ed.), 1989, *Skills and Processes in Science Education*, London, Routledge.

WHEATLEY (G.H.), 1991, Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning, in *Science Education*, Vol. 75, 9-21.

WHITE (R.T.), 1996, The link between the laboratory and learning, in *International Journal of Science Education*, Vol. 18, Nº 7, 761-774.

WHITE (R.T.) e MITCHELL (I.J.), 1994, Metacognition and the Quality of Learning, in *Studies in Science Education*, Vol. 23, 21-37.

WITENOFF (S.) & LAZAROWITZ (R.), 1993, Restructuring Laboratory Worksheets for Junior High School Biology Students in the Heterogeneous Classroom, in *Research in Science & Technological Education*, Vol. 11, Nº 2, 225-239.

WHITELEGG (E.), THOMAS (J.) e TRESMAN (S.), 1993, *Challenges and Opportunities for Science Education*, London: The Open University.

WOOLNOUGH (B. E.), 1997, Motivating students or teaching pure science?, in *School Science Review*, 78 (285), p.67-72.

WOOLNOUGH (B.E.) (Ed.), 1994, *Effective Science Teaching. Developing Science and Technology Education*, Buckingham, Open University Press.

WOOLNOUGH (B.) e ALLSOP (T.), 1985, *Practical Work in Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

YIN (R.K.), 1989, *Case Study Research*, London, Sage publications.

ZEICHNER (K.M.), 1993, A formação reflexiva de professores: Ideias e práticas, Lisboa, Educa.

ZOLLER (U.), BEN-CHAIM (D.) e KAMM (S.D.), 1997, Examination-Type Preferences of College Science Students and Their Faculty in Israel and USA: A Comparative Study, in *School Science and Mathematics*, Vol. 97, Nº1, 3-13.